ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS E INFANCIA

Problemáticas y avances de teoría y campo desde Iberoamérica



Mario Quintanilla Gatica
Compilador



C. Aguilar
M.V. Astroza
N. Bahamonde
R. Balderas
V. Bravo
S. P. Canedo
D. Cisterna
C. Contreras
L. Cuellar
R. de la Fuente
L. Garrido
E. Giordano
A. Gómez
J.P. Lobos
F. Marín
C. Márquez
J. Maturana
C. Merino
M. Pedreira
M. Quintanilla
Y. Rentería
C. Rodríguez
M. Testa
R.Tuay
E. Valdivia
D. Valenzuela



Pontificia Universidad Católica de Chile



FONDECYT30AÑOS
Apoyando la investigación científica y tecnológica en Chile



red latinoamericana de Investigación en Didáctica de las Ciencias Experimentales



GRECIA
Laboratorio de Investigación en Didáctica de las Ciencias Experimentales



BellaTerra
Sociedad Chilena de Didáctica, Historia y Filosofía de la Ciencia

ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS E INFANCIA

Problemáticas y avances de teoría y campo desde Iberoamérica

Mario Quintanilla Gatica
Compilador

Autores

C. Aguilar, M.V. Astroza, N. Bahamonde,
R. Balderas, V. Bravo, S. P. Canedo, D. Cisterna,
C. Contreras, L. Cuéllar, R. de la Fuente,
L. Garrido, E. Giordano, A. Gómez, J.P. Lobos,
F. Marín, C. Márquez, J. Maturana, C. Merino,
M. Pedreira, M. Quintanilla (Comp.),
Y. Rentería, C. Rodríguez, M. Testa, R. Tuay,
E. Valdivia, D. Valenzuela.











ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS E INFANCIA

Problemáticas y avances de teoría
y campo desde Iberoamérica

Compilador
Mario Quintanilla Gatica

Asistente de edición
Rodrigo Páez Cornejo

Producto científico de los Proyectos FONDECYT 1150505 y REDES 150107, patrocinados por la Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica (CONICYT) de Chile y la Red Latinoamericana de Investigación en Didáctica de las Ciencias (REDLAD).

Santiago de Chile
2017

ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS E INFANCIA

Problemáticas y avances de teoría y campo desde Iberoamérica

Director de la Colección: Mario Quintanilla Gatica.

Sociedad Chilena de Didáctica, Historia y Filosofía de las Ciencias (Bellaterra).
Laboratorio de Investigación en Didáctica de las Ciencias (GRECIA).
Facultad de Educación. Pontificia Universidad Católica de Chile.

Compilador del volumen: Mario Quintanilla Gatica.

Autores y autoras:

© Cristián Aguilar / María Verónica Astroza / Nora Bahamonde / Rocío Balderas / Valeria Bravo / Sabrina Patricia Canedo / David Cisterna / Catalina Contreras / Luigi Cuéllar / Ricardo de la Fuente / Lorena Garrido/ Enrica Giordano / Alma Adrianna Gómez / Juan Pablo Lobos / Felipe Marín / Conxita Márquez / Joyce Maturana / Cristián Merino / Montserrat Pedreira / Mario Quintanilla / Yei Rentería / Claudia Rodríguez / Marco Testa / Rosa Nidia Tuay / Eduardo Valdivia / David Valenzuela.

De esta Edición:

© Bellaterra. Sociedad Chilena de Didáctica, Historia y Filosofía de las Ciencias.
Toesca 2946, Oficina 309, Santiago de Chile.
Teléfono (56)-(2) 226890028
www.sociedadbellaterra.cl

1ª edición: Diciembre 2017.
Inscripción Propiedad Intelectual: A-286216
ISBN: 978-956-09033-2-7

Editorial Bellaterra Ltda.

Edición: Rodrigo Páez C. / María Eugenia Pino Q.
Revisión de estilo y corrección literaria: María Eugenia Pino Q.
Diseño de cubierta y diagramación: María Eugenia Pino Q.
Impresión: Andros Impresores Ltda.

Impreso en Santiago de Chile.

Dedicamos este libro a todos los niños y niñas de nuestra Iberoamérica para que sus ilusiones no se pierdan y se reflejen cada día con plenitud en la dulce mirada de sus ojos.

MQ

Agradecimientos

Con profunda gratitud a los amigos y amigas investigadores de la Red Latinomericana de Investigación en Didáctica de las Ciencias de Argentina, Colombia, Chile y México, así como a quienes desde Catalunya y Milán (Italia) hicieron posible este libro, en el marco del Proyecto REDES 150107.

A María Luisa y Cynthia que entregaron su pasión e inteligencia creadora en el primer año del proyecto FONDECYT 1150505.

Del mismo modo a María Eugenia y Rodrigo por su noble compromiso e infinita paciencia durante el tiempo de producción y edición final.

Y muy especialmente a la Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica de Chile (CONICYT), que por medio del proyecto código mencionado y titulado 'Identificación y caracterización de competencias de pensamiento científico en educadoras de párvulos en formación' permitieron financiar íntegramente esta publicación.

Índice

Prólogo 11
Alberto Labarrere Sarduy

Presentación 13
Mario Quintanilla Gatica

CAPÍTULO 1
Fundamentos, estatus y proyecciones de la enseñanza de las Ciencias Naturales en la Educación Infantil 17
Mario Quintanilla Gatica

CAPÍTULO 2
La naturaleza de la ciencia en la formación inicial de Educadoras de Párvulos
Experiencia de un modelo de formación 37
Eduardo Valdivia
Luigi Cuéllar
Claudia Rodríguez

CAPÍTULO 3
Ideologías curriculares en la formación en Ciencias Naturales del Educador de Párvulos 55
David Valenzuela

CAPÍTULO 4
El sentido de hacer ciencia con los niños 91
Rosa Tuay
Enrica Giordano
Marco Testa

CAPÍTULO 5
Un enfoque basado en la modelización para pensar la educación científica en los primeros años de escolaridad 113
Nora Bahamonde

CAPÍTULO 6
Modelización sobre seres vivos: Educación emocional en niños y niñas de seis y siete años de edad 139
Alma Gómez
Yei Rentería
Rocío Balderas
Sabrina Canedo

CAPÍTULO 7
Espacios de ciencia de libre elección:
Posibilidades y límites 151
Montserrat Pedreira
Conxita Márquez

CAPÍTULO 8
La evaluación en la enseñanza y aprendizaje
de las ciencias en Educación Parvularia 169
Joyce Maturana
Juan Pablo Lobos
Cristián Merino

CAPÍTULO 9
Experiencias didácticas a partir de la implementación
de proyectos de enseñanza científica
en la Educación Parvularia 189
Felipe Marín
Lorena Garrido
David Cisterna
Cristián Aguilar

CAPÍTULO 10
La enseñanza y el aprendizaje de la Física
en las primeras edades 211
Sabrina Canedo
Alma Gómez

CAPÍTULO 11
¿Qué cambia, por qué cambia, para qué cambia?
¿Por qué hay cuatro estaciones? 235
María Verónica Astroza
Ricardo de la Fuente
Catalina Contreras
Valeria Bravo

Autores y autoras 255

Prólogo

Con sumo placer, acepto la posibilidad de escribir este pequeño prólogo para un libro que surge de preocupaciones forjadas a lo largo de muchos años de acción y pensamiento conjuntos. Múltiples incursiones en el terreno de la didáctica de las ciencias, los fundamentos epistemológicos y metodológicos del quehacer científico en educación y la práctica educativa directa, han permitido a los autores que aquí unen sus fuerzas, ofrecer un documento de innegable valor científico y humano.

Su valor lo sitúo, en primer lugar, en el abordaje de la primera infancia desde la perspectiva de la investigación y la acción formativa; y también en que es un testimonio de la preocupación por un período de vida y desarrollo que hoy, como nunca, reclama de la atención de todos los que nos ocupamos en la formación de las nuevas generaciones.

En un mundo donde, junto al impresionante progreso en muy diversas áreas y actividades, aparecen males que proliferan aquí y allá, como el maltrato y el abuso infantil, que violentan de manera inusitada los derechos de la infancia, se requiere del fortalecimiento de acciones orientadas a la protección de los niños y jóvenes. Pero también, es necesaria la puesta a punto de metodologías científicas, representaciones y conocimientos relativos a la etapa infantil, que incursionen a mayor profundidad en el pensamiento y el comportamiento de los más pequeños y sitúen a la comunidad pedagógica y científica en condiciones de hacer más efectivas sus acciones.

El libro que el lector tiene en sus manos significa, en primer lugar, un intento por continuar una línea de acción y pensamiento de la Red Latinoamericana de Investigación en Didáctica de las Ciencias y del Laboratorio Grecia. Pero de manera más directa, materializa las directrices de pensamiento del Proyecto FONDECYT 1150505, continuador y heredero de una serie de proyectos FONDECYT similares que, a lo largo de los años, han abordado el desarrollo de las Competencias de Pensamiento Científico desde la perspectiva de la investigación en Didáctica de las Ciencias, con un aporte sustancial en esta temática.

Dado que la exposición del contenido de los 11 capítulos que conforman la obra se hace de forma bastante detenida en la presentación, únicamente mencionaré que abordan problemáticas cruciales para el entendimiento de la etapa infantil y la correspondiente acción formativa, combinan la investigación con el análisis teórico profundo desde el cual se despliegan ópticas innovadoras. Los diversos trabajos se concertan de una manera que diría excelente, para llevarnos desde las perspectivas en la investigación y la correspondiente metodología, hacia el universo de las proyecciones didácticas, incursionando al paso en la mentalidad de los pequeños y sus posibilidades relativas al conocer, el actuar y el sentir. Pienso que nos colocan en mejor posición para realizar la tarea que nos es dada no ya como investigadores, sino sobre todo como educadores.

Debo también decir que este libro se sitúa y amplía los criterios de otros que los han antecedido, ubicados todos en la línea de indagación y divulgación del conocimiento científico, que ha caracterizado a nuestro colectivo a través del tiempo. Los diferentes aportes, se sitúan en un terreno donde, ciertamente, muchos aspectos teóricos deben ser aún esclarecidos y reconfigurados y es allí donde precisamente resulta de gran interés y valor heurístico considerarlos en la perspectiva de levantar problemáticas, generar hipótesis plausibles: en suma, abrir interrogantes para el conocimiento y la búsqueda consecuente.

Los temas que abordan sus autores y autoras son variados, contextualizados por realidades locales en Chile, Argentina, México, Colombia, España e Italia. En cada uno de los capítulos se advierte la

coincidencia en la promoción de la actividad independiente de los pequeños; en sus interacciones con los objetos, situaciones, contenidos y preguntas que se plasman en la visión de ciencias que ellos construyen, y de una u otra manera les facilitan la relación con la sociedad y la cultura en el camino de una comprensión cada vez más profunda de la realidad, particularmente la naturaleza y la sociedad. Se advierte la búsqueda reflexiva, la toma de conciencia y la elaboración creativa de ideas, actividades, puntos de vista, materiales y recursos que se van apartando, o transformando pudiera decir, de las miradas clásicas sobre el desarrollo infantil y penetran en zonas que apuntan al devenir.

Por tales razones, la obra es una invitación a compartir y debatir aspectos teóricos, metodológicos e igualmente experiencias abiertas al diálogo. Particularmente me parecen interesantes los debates que puedan producirse acerca del valor general de las asunciones, dada la diversidad contextual y nacional, la instrumentación práctica de las propuestas y los caminos que ellas abren para la enseñanza y la educación en las condiciones actuales.

Las diferentes propuestas, se constituyen así, en el eje vertebrador de las finalidades de cada capítulo, a partir de lo cual se genera de manera sistemática y permanente el principal estímulo para que educadores/as de párvulos en formación y también en ejercicio, así como otros protagonistas (padres, investigadores) orienten el pensamiento científico competencial (PCC) de los niños y niñas hacia niveles superiores. Se intenta proporcionar, así, al profesorado en formación y en ejercicio de educación infantil e igualmente a investigadores en Didáctica de las Ciencias, directivos, responsables del currículo y de políticas públicas en el terreno educacional, ayudas de naturaleza teórica y metodológica con base en la investigación en Didáctica de las Ciencias, necesarias para contextualizar los modelos teóricos de la ciencia y su enseñanza en las primeras edades.

De más está decir que no se trata de asumir pasivamente su contenido, sino de enfocarlo con una buena dosis de creatividad, realizando los ajustes pertinentes a las condiciones propias y las necesidades de niños y niñas en contextos específicos en que se ha de direccionar la tarea de ‘modelizar el mundo’. Es una propuesta que, consecuentemente, llama a la transformación, a la acción creativa e innovadora. De ahí la necesaria dosis de ‘inteligencia creadora’ que demanda su lectura e implementación en la diversidad de nuestras aulas y geografías.

Por último, quisiera enfatizar que el selecto grupo de personas que se han integrado y han dedicado su tiempo a la producción de esta obra son personas cuyas convicciones y talentos residen, de manera natural, en sus agudos puntos de vista y concepciones, en tanto que especialistas en sus respectivos campos, en sus miradas en tanto investigadores y profesores de diferentes universidades y países. Todos resaltan por el profundo conocimiento en las distintas disciplinas y tópicos que se abordan en el libro. Por tanto, no queda menos que reconocer el hecho de que hayan aportado su esfuerzo y concitado voluntades, para poner a nuestra disposición tan importante material educativo, el cual seguramente trascenderá en el tiempo y contribuirá humildemente a mejorar algunas dimensiones relevantes de la educación científica en las primeras edades.

Dr. Alberto Labarrere Sarduy
Profesor Titular – Escuela de Psicología
Facultad de Ciencias Sociales y Comunicaciones
Universidad Santo Tomás
Co-investigador Proyecto FONDECYT 1150505

Santiago de Chile, diciembre de 2017.

Presentación

Este nuevo libro "*Enseñanza de las Ciencias e Infancia. Problemáticas y avances de teoría y campo desde Iberoamérica",* se constituye en uno de los productos generados a luz de las directrices epistemológicas y metodológicas del Proyecto FONDECYT 1150505. Su finalidad consiste en debatir y profundizar aspectos relevantes acerca de los nuevos escenarios de enseñanza de las ciencias en ambientes caracterizados por la diversidad y la heterogeneidad de las aulas. Cada uno de los capítulos escritos y 'recreados' por destacados académicos de la Red Latinoamericana de Investigación en didáctica de las Ciencias (REDLAD) contiene aportes valiosos y relevantes que trascienden los aspectos puramente epistemológicos, para sumergirnos en una mirada compleja de sujetos con historias diversas, en contextos complejos que forman parte de la nueva cultura de la enseñanza de las ciencias (NCEC).

Cada uno de sus capítulos, recoge y reencanta el espíritu de nuestro Laboratorio de Investigación en Didáctica de las Ciencias y aborda con evidencias suficientes, creatividad y discreción analítica, una dimensión de gran actualidad e importancia práctica, como lo es la 'enseñanza de las Ciencias Naturales en la infancia', necesidad, desafío y oportunidad para los nuevos aires educativos, pero también de complejidades y desafíos intelectuales valiosos tanto para educadores/as en formación como en ejercicio. En su contenido se logra analizar, identificar, caracterizar y evaluar una problemática diferente vinculada con la educación científica y la infancia, con la sutileza de los lenguajes geográficos diversos de nuestra Iberoamérica, donde, ciertamente, muchos aspectos teóricos y metodológicos de la formación profesional en este ámbito deben ser aún esclarecidos o caracterizados, pero que resultan de gran interés para la innovación curricular, la investigación didáctica y la formación inicial y continua de educadores/as de párvulos (o maestras de infantil) en un campo de conocimiento aún no lo suficientemente explorado en todos nuestros países.

Los temas que se abordan en este libro son variados, contextualizados a realidades locales y consensos teóricos compartidos en el que se inserta el proyecto FONDECYT 1150505. Son objeto de su atención aspectos muy diversos de la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias, lo cual constituye buena parte de su sentido, valor, riqueza, creatividad y originalidad; y en los que se advierte y suma una mirada que se comparte: Atender a la enseñanza de las ciencias en la infancia como condición y oportunidad, al mismo tiempo como desafío, en los que nuestros niños y niñas son sujetos de derecho.

En el Capítulo 1, ***Fundamentos, estatus y proyecciones de la enseñanza de las Ciencias Naturales en la educación infantil, s***u autor (y compilador del libro) realiza un análisis del estado actual de la investigación en el área. Se hace una discreta referencia al proyecto FONDECYT 1150505 que da origen al libro, señalándose que dicho proyecto, en su etapa conclusiva, se transformó en un espacio para ampliar y profundizar las innumerables acciones de investigación, divulgación, gestión y formación ya desarrolladas por el equipo de investigación para develar las concepciones teóricas sobre las Ciencias Naturales y su enseñanza, evaluación y aprendizaje, en el campo profesional docente.

En el Capítulo 2, ***La naturaleza de la ciencia en la formación inicial de educadoras de párvulos. Experiencia de un modelo de formación***, sus autores hacen referencia a una de las fases de la investigación, intentando explicar cómo transitan las concepciones sobre Naturaleza de la Ciencia en un grupo de educadores/as de párvulos en formación, a través de una metodología de *talleres de modelización didáctica (TMD). Se trata de* un grupo de 28 estudiantes que cursaban la actividad

curricular llamada *Ciencias Naturales y su didáctica* en su sexto semestre del plan de estudios. Se recopiló la información a través de cuestionarios pre-test y post-test tipo Likert, acerca de la naturaleza de la ciencia, observaciones no participantes durante la realización de los TMD y un *focus-group* con preguntas semi-estructuradas que emergieron de dichas observaciones.

En el Capítulo 3, ***Ideologías curriculares en la formación en Ciencias Naturales del Educador de P**árvulos,* su autor presenta los hallazgos, conclusiones y reflexiones de un estudio exploratorio derivado de su tesis de Magíster, sobre las ideologías curriculares que conviven y portan los principales protagonistas y responsables de la formación en Ciencias Naturales del futuro Educador de Párvulos. De manera muy bien fundamentada, se refiere a que la formación inicial de este profesional no es un asunto accesorio, sino una problemática social, actual y contingente a la realidad que vive el país y Latinoamérica. Los cambios curriculares, no resultan, en la mayoría de los casos, de una retroalimentación de las evaluaciones de rendimiento o de las investigaciones, sino más bien de un debate ideológico y/o una alternancia política. Esta investigación de tesis de maestría constituye un trabajo original de alto rigor metodológico en el marco del proyecto FONDECYT N°1150505.

En el Capítulo 4, ***El sentido de hacer ciencia con los niños***, sus autores pretenden formular una propuesta sobre cómo enseñar ciencias a partir de preguntas sobre la fenomenología asociada a los hechos naturales; además, plantear sugerencias para la formación de profesores en la educación en ciencias para niños a partir de la comprensión que posibilite tener más de una mirada sobre un fenómeno. ¿Qué significa hacer ciencia con los niños? Esta es una pregunta que los guía a lo largo de este trabajo y cruza no solo la disposición natural del niño de pensar acerca de la naturaleza, sino la generación de condiciones para la comprensión de los fenómenos que deben ser el blanco de las prácticas de enseñanza en la primera infancia.

En el Capítulo 5, ***Un enfoque basado en la modelización para pensar la educación científica en los primeros años de escolaridad***, su autor presenta elementos de teoría y de campo para fundamentar el enfoque de modelización en la enseñanza de las ciencias en los primeros años de escolaridad. Para comenzar se analizan algunos desafíos que enfrenta hoy la educación científica en la infancia, en cuanto a criterios epistemológicos, contextualización, inclusión y pertinencia en base a los resultados de la investigación educativa en la actualidad, que nos interpelan como docentes. Se vinculan estos desafíos con los objetivos de la enseñanza basada en modelos, que se propone favorecer el aprendizaje de los chicos, animándolos a generar, evaluar y criticar (tensionar con la realidad y con otros modelos) sus representaciones cognitivas sobre los fenómenos del mundo.

En el Capítulo 6, ***Modelización sobre seres vivos: Educación emocional en niños y niñas de seis y siete años de edad***, sus autoras llaman la atención sobre las emociones vinculadas y la importancia de considerarlas de manera sistemática tanto en la escuela como en la investigación didáctica. Aquí recuperan documentación sobre las emociones de alumnos de seis y siete años, en el contexto de un proceso de modelización sobre seres vivos, realizado durante dos años en primer y, posteriormente, segundo grado de primaria. Las emociones auto-reportadas se asocian a actividades relativas al manejo de seres vivos, a la interacción social y a las expectativas de los alumnos. Discuten la importancia de considerar las emociones como parte constitutiva de los procesos de modelización.

En el Capítulo 7, ***Espacios de ciencia de libre elección: Posibilidades y límites***, sus autoras desarrollan y justifican desde su geografía local cómo una propuesta educativa de libre elección proporciona un contexto de experiencias gratificantes sobre ciencia, y qué procesos relevantes para el aprendizaje de las ciencias tienen lugar en un proyecto más amplio denominado "*Puc tocar?"* (¿Puedo tocar?). Ellas definen un espacio de ciencia como aquel ámbito educativo configurado con propuestas elaboradas mayormente con material natural, dispuestas por ámbitos temáticos relacionados con la ciencia (seres vivos y su medio, propiedades de los materiales, movimiento, magnetismo, luz,

sonido…) de manera sugerente, de libre acceso para niños y niñas, y que requiere de una cuidadosa intervención del adulto, habitualmente no directiva y en formato individual o en pequeño grupo.

En el Capítulo 8, ***La evaluación en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias en Educación Parvularia***, sus autores focalizan su atención sobre las prácticas de evaluación de aprendizajes en Educadoras de Párvulos en formación. La experiencia forma parte de un curso de Iniciación a la Didáctica de las Ciencias, perteneciente a un Plan de Estudios de una Institución de Educación Superior de la V región, en Chile. Dan a conocer aquellos elementos que caracterizan la visión de evaluación de los aprendizajes científicos y que permiten contribuir al fortalecimiento y desarrollo de las ciencias en las primeras edades.

En el Capítulo 9, ***Experiencias didácticas a partir de la implementación de proyectos de enseñanza científica en la Educación Parvularia***, sus autores, describen y analizan la importancia de experiencias de innovación intra y extra muros, que se puede desarrollar a través del diseño, ejecución y puesta en valor de proyectos de educación científica en las primeras edades. Estas experiencias didácticas nos muestran un trabajo que se caracterizó por considerar diferentes etapas teóricamente fundamentadas. Los resultados, según los autores, muestran que las actividades desarrolladas promueven habilidades científicas básicas a partir del juego, la observación y la experimentación, favoreciendo una alta valoración de los educandos por el medio natural; y en términos de la valoración de las profesionales, sobresalen los aprendizajes de nuevas metodologías de enseñanza y la importancia de la interacción, la participación y la colaboración a partir del trabajo colaborativo.

En el Capítulo 10, ***La enseñanza y el aprendizaje de la Física en las primeras edades,*** sus autoras presentan la justificación de la importancia de la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias en edades tempranas, los enfoques a utilizar en el proceso, y el caso de la modelización del fenómeno de flotación y hundimiento de los cuerpos basado en la densidad, con niños de 5-6 años, a partir de la implementación de una secuencia didáctica diseñada para el caso. Los resultados indican que gran parte de los niños construyen el Modelo Científico Escolar (MCE) de flotación y que los recursos semióticos y los materiales utilizados como mediadores, promueven la progresión de sus ideas.

Finalmente, en el Capítulo 11, ***¿Qué cambia, por qué cambia, para qué cambia? ¿Por qué hay cuatro estaciones?***, sus autores desarrollan una práctica educativa teóricamente fundamentada y que incorpora actividades que desafían a comprender las razones “más científicas” acerca de cómo los niños y niñas observan y explican científicamente el fenómeno de la traslación de la Tierra y sus efectos en las estaciones del año. Desde las ciencias experimentales se vincula la traslación de la Tierra, la forma como inciden los rayos de luz provenientes del Sol y cómo se reflejan en la superficie del planeta, el cual tiene una leve inclinación y por tanto permite comprender tanto los ciclos de las estaciones como los ciclos de vida de animales y plantas. Se señala que la práctica educativa, con sus actividades, es un buen escenario para reflexionar en torno a las ideas previas de los niños/as, los posibles obstáculos epistemológicos que subyacen, el tratamiento didáctico del tema y la concurrente promoción de habilidades de pensamiento científico como vehículos para elaborar comprensiones sobre la traslación de la Tierra; en síntesis, formar niños y niñas competentes científicamente.

Proporcionamos, así, a los docentes e investigadores en Didáctica de las Ciencias Naturales mediante esta compilación, un aporte novedoso, multicultural y variado en experiencias de aula y contextos educativos diversos, acerca del valor de la enseñanza de las ciencias en la infancia como condición, ambiente y oportunidad de una educación inclusiva y liberadora que contribuye al debate sobre la comprensión de los niños y niñas como sujetos de derecho.

Por último, quisiera enfatizar que todos los aportes formalizados en este nuevo libro, derivado de los proyectos REDES 150107 y FONDECYT 1150505, promovido y patrocinado por la Red

Latinoamericana de Investigación en Didáctica de las Ciencias (REDLAD), continúan, en palabras de Serrat, ‘haciendo camino al andar’. Sus reflexiones, orientaciones y evidencias residen de manera natural en los sistemas de creencias y convicciones, qué duda cabe, de especialistas, investigadores y profesores de diferentes universidades y países. Todos ellos resaltan por el profundo conocimiento en las distintas disciplinas y tópicos que aquí se abordan, pero sobre todo por su afán de compartir historias, valores, complejidades y esfuerzos colectivos para contribuir, con estas propuestas, a una educación científica que recoja la valoración de la infancia y la profesionalización de docentes de la Educación Parvularia, protagonistas, autores/as y actores de una necesaria y prioritaria revolución cultural y lingüística que ya nos orientara Sutton (2003). Será nuestro desafío y también nuestro principal legado a la investigación didáctica y a las políticas públicas hacia la infancia en Iberoamérica.

Dr. Mario Quintanilla Gatica
Director del Laboratorio GRECIA
Profesor asociado Facultad de Educación
Pontificia Universidad Católica de Chile

Bogotá, Colombia, diciembre de 2017.

Capítulo 1

Fundamentos, estatus y proyecciones de la enseñanza de las Ciencias Naturales en la Educación Infantil

Aproximaciones desde la investigación en didáctica de las ciencias experimentales

Mario Quintanilla Gatica
mquintag@uc.cl
Pontificia Universidad Católica de Chile

Contenido

- Resumen
- La Enseñanza de las Ciencias Naturales en la Educación Parvularia. Una necesidad y un derecho de todos los niños y niñas
- Sobre la concepción de las Ciencias y del Pensamiento Científico en Educadoras de Párvulos
- La enseñanza de las ciencias en la formación inicial de Educadores de Párvulos
- Competencias de Pensamiento Científico: Una noción compleja y polémica
- Agradecimientos
- Referencias bibliográficas

Resumen

Desde una perspectiva interdisciplinaria, en este capítulo intentaré problematizar los escenarios de la educación científica en la infancia, a partir de un proyecto de investigación que se extendió desde 2014 al 2017 y que se propuso identificar, caracterizar y promover competencias de pensamiento científico (CPC) en la formación inicial de Educadoras de Párvulos, contribuyendo a la profesionalización docente para la primera infancia y al desarrollo de la alfabetización científica con calidad y con equidad. Esta investigación se hace parte de la continuación de los Proyectos FONDECYT N° 1070795, N° 1095149, N° 7070143, N° 1110598 y AKA04, que han derivado de una línea de investigación y desarrollo iniciada en 1998 en la PUC, con otros proyectos nacionales e internacionales (DIPUC/98/99/2000; EXPLORA/CONICYT2000; DIPUC 2001/03; FONTEC/PUC2003; DURSI/CONICYT200/05; MIDEPLAN/2005/06); AKA-EDU/03; REDES 150107.

El proyecto en etapa conclusiva, se transformó en un espacio para ampliar y profundizar las innumerables acciones de investigación, divulgación, gestión y formación ya desarrolladas por nuestro laboratorio, para develar las concepciones teóricas sobre las Ciencias Naturales, su enseñanza, evaluación y aprendizaje, en el campo profesional docente. Parece claro que hoy existen pocos referentes objetivos (en el sentido tradicional del término) para vincular el desarrollo de CPC con la enseñanza efectiva de las Ciencias Naturales en la Educación Parvularia.

La tarea consistió, entonces, en determinar cuáles eran las representaciones de las competencias de pensamiento científico (CPC) de los/las Educadores/as de Párvulos (EP) en formación, de diferentes Facultades de Educación de Chile. A partir de ello se favorecieron mediaciones profesionales para la apropiación de nuevos modos de enseñanza científica, tras lo cual se evalúo la vinculación que ello tiene con el desarrollo sistemático de nuevas representaciones sobre la enseñanza, la evaluación y el aprendizaje científico en la primera infancia.

Para la consecución de este propósito se propusieron 3 fases de investigación y desarrollo. En en una 1ª fase, el proyecto indagó en las representaciones de la EP referidas a la noción de CPC; nos planteamos analizar dicha noción, caracterizándola lo más densamente posible; comprender las diferentes formas en que se manifestaba y actuaba, respecto de los procesos formativos correspondientes; generando así líneas de base, a partir de las cuales podíamos estimar las transformaciones y desarrollos que iba experimentando el quehacer

profesional de las EP respecto a la formación de CPC. En una 2ª fase, se realizaron actividades dirigidas a conocer, problematizar, diseñar y aplicar instrumentos de evaluación de CPC específicas, en su calidad de profesores/as investigadores/as que reflexionaron sobre sus representaciones de la ciencia, su naturaleza, enseñanza y aprendizaje en la primera infancia. Finalmente, en una 3ª fase, se abordó la sistematización de las mediaciones profesionales, lo que permitió construir un relato que ilustra, para cada caso estudiado, sobre aquello de lo que se apropiaron las EP en formación e investigadores. Esta etapa reveló también las comprensiones sobre los procesos de apropiación del saber científico erudito por parte de las EP en formación y sobre los modos de enseñarlo. La comparación y triangulación de los resultados de esta tercera fase, permitió realizar ajustes al diseño de la mediación implementada, así como recomendaciones para su replicación y el levantamiento de nuevas hipótesis interpretativas. Lo relevante de este último momento es el levantamiento de un relato comprehensivo sobre las competencias científicas en las EP y su relación con la enseñanza de las Ciencias Naturales en la primera infancia. Este relato final, discute los resultados en función de los antecedentes teóricos de la investigación original y del proceso mismo, articulando las perspectivas de las EP en formación y del equipo responsable de ejecutarla.

Cabe destacar que la relevancia de este proyecto está tanto en el aporte que hace desde el componente investigativo, como desde su componente de desarrollo tecnológico. Por un lado, se construye conocimiento sobre la formación inicial docente de EP, con foco en competencias científicas; un cruce de campos de estudio, que para la Educación Parvularia se encuentran en progresiva emergencia y valorización. Por otro lado, el proyecto se constituye en el pilotaje de un auténtico proceso de profesionalización para este nivel en el área de las ciencias. Esto, toda vez que prueba con profesionales del nivel, una metodología que les permite acceder de manera consciente a los procesos, condiciones, ambientes y productos que tienen lugar durante la formación de CPC, e inscribirlos en una corriente sistemática de juicios valorativos y evaluativos. Nos proponemos así desentrañar, en el marco de la complejidad de las Ciencias Naturales y de la formación inicial docente, los entendimientos intra e interpersonales sobre las competencias científicas, desde las cuales las EP experimentan y dan sentido a su actuar pedagógico-formativo.

La enseñanza de las Ciencias Naturales en la Educación Parvularia

Una necesidad y un derecho de todos los niños y niñas

Ha llegado el momento en que la enseñanza de las Ciencias Naturales en la primera infancia ha dejado de verse como un excentricismo o una sofisticación propia de propuestas o contextos que buscan diferenciarse. Hoy se hace evidente que ésta responde a un imperativo ético que emana desde la concepción de los niños y niñas como ciudadanos (sujetos de derecho) y de la ciencia como parte integrante de nuestra cultura, –"actividad humana clave; creación de la humanidad y al servicio de la humanidad" (Quintanilla, Orellana, & Daza, 2011)– y como instrumento para conocer, comprender, apreciar y vivir en nuestro mundo. Es indiscutible que la ciencia forma parte de todos los ámbitos de la sociedad, a partir de lo cual se hace evidente la necesidad de favorecer su presencia y aprendizaje en la primera infancia. En consecuencia, en la actualidad se está generando a nivel mundial una preocupación en este sentido, que ha llevado a realizar esfuerzos que favorecen la enseñanza de las ciencias y su aprendizaje en la sociedad, para formar personas comprometidas con el destino común de sus semejantes (Gallego, Castro, & Rey, 2008). En relación a lo anterior, la UNESCO en la Conferencia Mundial sobre la ciencia para el Siglo XXI (Unesco - ICSU, 1999) señaló que *"para que un país tenga la capacidad de abastecer las necesidades básicas de su población, la educación en ciencia y tecnología es una necesidad estratégica. Como parte de esa educación, los estudiantes deben aprender a resolver problemas específicos y a responder a las necesidades de la sociedad, utilizando el conocimiento y las habilidades científicas y tecnológicas"*.

En ello, la formación de los educadores que deberán emprender esta tarea de enseñanza resulta un factor crítico de éxito. En efecto, existen estudios internacionales que han demostrado que existe una alta correlación entre la calidad de las competencias docentes y los logros de aprendizajes de sus estudiantes (Bennett, 2010; Cochran-Smith y Fries, 2005; Darling- Hammond, 2001, en Montecinos, *et al.*, 2009; Leithwood, Day, Sammons, Harris, & Hopkind, 2006). Más aún, para el contexto chileno, el Informe de Desarrollo Humano 2009 (PNUD) muestra cómo el desafío de aumentar las oportunidades del país y de traducirlas en resultados concretos para las personas, se relaciona precisamente con la transformación de sus competencias; es decir, con los modos de actuación y de relación que las personas despliegan en espacios concretos de acción. Cabe relevar que, no obstante este consenso sobre competencias científicas y aprendizajes de los niños y niñas, el nivel de educación parvularia en Chile no

cuenta con un abundante reporte de su situación, así como de la formación inicial en ciencias de las educadoras de párvulos, en términos de las áreas que aborda y de las competencias profesionales que fomenta, siendo este contexto el espacio desde donde se inserta nuestra propuesta de investigación y producción científica: desde la convicción de que es un derecho de todos los niños y niñas acceder a una comprensión y participación del mundo, fundamentada en un pensamiento científico crítico y que es labor de los educadores chilenos favorecerlas, para su habilitación y con los aprendizajes necesarios para que ello ocurra. Visto así, la formación inicial docente de estas competencias científicas se torna un imperativo tanto pedagógico-científico, como ético-político.

En conclusión, tenemos por delante un largo y atractivo camino que recorrer, el cual se caracteriza por estar situado en un ámbito poco explorado, pero que al mismo tiempo va tomando una relevancia inesperada, dadas las características del mundo en que estamos insertos y los resultados obtenidos en el ámbito en niveles superiores. Estos últimos, dejan de manifiesto la necesidad de empezar antes un trabajo pedagógico, orientado y significativo, para favorecer más y mejores aprendizajes; todo esto, considerando el potencial que muestran los niños y niñas en su primera infancia y su derecho a desarrollarlo como ciudadanos de esta sociedad.

Sobre la concepción de las Ciencias y del Pensamiento Científico en Educadoras de Párvulos

La educación científica significa el desarrollo de modos de observar la realidad y de relacionarse con ella, lo que implica y supone modos de pensar, hablar y hacer, pero sobre todo, la capacidad de integrar estos aspectos (Arca, Guidoni & Mazzoli, 1990). Para esto, la enseñanza de las Ciencias Naturales debe conocer a los infantes y acoger su diversidad (en cuanto a las formas de pensar, actuar y sentir el mundo), para situar la enseñanza, con sentido para ellos (Hall, 2010). Los niños por naturaleza son curiosos, buscan conocer y dar sentido al mundo que los rodea (Worth K., 2010), pues basta con observarlos en su contexto natural para evidenciar que, desde su más temprana edad, muestran habilidades científicas relacionadas fundamentalmente con la observación y exploración a través de todos sus sentidos (Bosse, Jacobs & Lynn, 2009; Quintanilla, Orellana & Daza, 2011). Ellos, de manera espontánea, en cualquier situación cotidiana actúan, exploran, observan, se cuestionan y preguntan, manifestando una fuerte motivación por saber cómo funciona el medio en que están insertos; sus elementos, procesos y estructuras (Bosse, Jacobs, & Lynn, 2009; Quintanilla, Orellana & Daza, 2011).

Osborne & Freyberg (1998) establecen que los niños y los científicos tienen mucho en común, ya que ambos están interesados por objetos muy variados y por todo lo que sucede en el mundo que les rodea; ambos se interesan por cómo y por qué las cosas son como son.

Estas características de la primera infancia, implican una nueva forma de concebir la enseñanza de las Ciencias Naturales y el pensamiento científico de los niños y niñas. Sin embargo, tradicionalmente, ha habido una mínima preocupación por incorporar la enseñanza de este ámbito en los programas de la educación parvularia, básicamente porque se creía que ellos no podían comprender conceptos científicos, hasta no tener consolidadas las operaciones formales (Metz, 2004). Actualmente, existe evidencia suficiente de que los niños son curiosos, exploran e investigan naturalmente, disfrutan naturalmente observando y pensando acerca de la naturaleza, y pueden entender conceptos científicos y razonar científicamente, como también de que los educadores deben intencionar experiencias en el entorno que los invite a explorar, documentar, discutir y desplegar nuevas ideas que les permita desarrollar las habilidades y el pensamiento científico; una exposición temprana a los fenómenos científicos lleva a un mejor entendimiento de los conceptos científicos estudiados posteriormente de manera formal; el uso de un lenguaje científico a edad temprana influencia el eventual desarrollo de conceptos científicos, exponer a los estudiantes al desarrollo de actitudes positivas hacia la ciencia, (Bosse, Jacobs, & Lynn, 2009; Eshach & Fried, 2005; Martins y Veiga, 2001; Quintanilla, Orellana, & Daza, 2011; MINEDUC, 2002).

Así, los dos fundamentos centrales para favorecer el aprendizaje de las Ciencias Naturales en las primeras edades se concretan, por un lado en la consideración de éstas como parte de nuestra cultura y, por lo tanto, el acceso a su comprensión como un derecho de los niños y niñas (UNICEF Chile, 1990); y, por otro, en las evidencias que dejan de manifiesto su curiosidad por el mundo que les rodea y en sus capacidades para aprender, en relación a este ámbito del conocimiento. En este sentido diversos estudios muestran que las mediaciones de calidad en este período son vitales e impostergables para ofrecer desde la primera infancia, experiencias científicas que favorezcan el aprehender el mundo desde esta perspectiva (Kovacs, 1991; French, 2004) para llegar a "ser letrados en ciencias". Desde esta mirada, la enseñanza de las Ciencias Naturales en la primera infancia busca la "alfabetización científica", lo que implica, además de la apreciación de la naturaleza, el conocimiento sobre el contenido de las mismas y una comprensión sobre cómo se piensa y se razona sobre la ciencia (National Research Council,

1996; Liguori, 2005). Ante este desafío de una enseñanza alfabetizadora en el pensamiento y lenguaje científico, la escasa investigación reporta falta de manejo de los contenidos, uso de lenguaje poco científico y errores conceptuales de base, que muestran que no existe un dominio apropiado de éstos por parte de los educadores (MINEDUC & OREALC-UNESCO, 2004). Así mismo, los educadores de párvulos no consideran las ciencias naturales como prioridad curricular, por lo que usualmente su enseñanza resulta débil e inadecuada, con una escasa consideración a qué y cómo los niños y niñas van adquiriendo los conocimientos de la ciencia y la tecnología (Bowman, 2000). En efecto, los bajos resultados de nuestro país en evaluaciones nacionales e internacionales (PISA, TEDS-M, TIMSS y SIMCE) dejan de manifiesto que la inadecuada enseñanza científica se perpetúa en el tiempo.

La reforma curricular del nivel Educación Parvularia el año 2001, implicó la explicitación de la enseñanza científica en sus Bases Curriculares (MINEDUC, 2001). A través de un núcleo de aprendizaje denominado “Seres vivos y su entorno”, a partir del cual han proliferado otros dispositivos de la política pública que intencionan la enseñanza de las Ciencias Naturales, tales como los Mapas de Progreso del Aprendizaje con un eje de “Descubrimiento del mundo natural” (MINEDUC, 2008) y los Programas Pedagógicos de Primer y Segundo Nivel de Transición (MINEDUC, 2008). Junto con los documentos oficiales, el Programa EXPLORA de CONICYT ha buscado promover la valoración y divulgación de las Ciencias Naturales en la Educación Parvularia con su “Concurso Nacional de Clubes Exploradores Explorines de Valoración y Divulgación de la Ciencia y la Tecnología” (EXPLORA CONICYT, 2012) y desde el 2010 ha favorecido su enseñanza en los niveles transición, con la implementación del proyecto “Tus Competencias en Ciencias”, (EXPLORA CONICYT, 2010).

Tenemos la convicción de que la formación del profesorado es un proceso de aprendizaje continuo, que va desde la etapa de formación inicial, pasando por la de inserción laboral y desarrollándose a lo largo de toda la vida docente, es decir, como una “cultura profesional de aprendizaje”. La formación de los educadores, en este sentido es de especial relevancia, debido a que la sociedad les entrega la responsabilidad de ser mediadores entre las áreas del saber más representativas de la cultura actual –dentro de las cuales está la ciencia–, y los representantes más pequeños de nuestra sociedad.

La enseñanza de las ciencias en la formación inicial de Educadores de Párvulos

Los estudios sobre la enseñanza a niños y niñas en la etapa infantil vinculados con las Ciencias Naturales, no han guardado la misma proporción con respecto a los que pueden encontrarse en ciclos superiores. En particular, sabemos muy poco acerca de lo que educadores/as de párvulos chilenos, en diferentes tipos de programas, comprenden sobre las experiencias pedagógicas en ciencias que se debiera ofrecer a sus educandos. Cuando se discute en la literatura la variación entre los sistemas de creencias entre educadores de niños pequeños (2-6 años), típicamente se compara a dichos educadores con profesores de primer ciclo básico (6-9 años), en vez de comparar a diferentes educadores de niños pequeños. Así mismo, por lo general son poco frecuentes las investigaciones sobre las ideas de los procesos y conceptos que tienen los niños y niñas entre los 3 y los 6 años de edad, razón por lo cual es posible evidenciar que las propuestas pedagógicas para estas edades carecen de sentido y significado vinculado con el aprendizaje de contenido científico, ya que la mayoría de las veces los procesos de enseñanza propuestos se focalizan en el juego o la clasificación de objetos y seres vivos, sin transitar hacia el aprendizaje (Gallegos *et al.*, 2008). Así mismo, se evidencian que los profesores en ejercicio creen que la educación científica debe comenzar en las edades iniciales, donde los niños más jóvenes, dada su curiosidad, pueden explorar, experimentar y tomar parte en procesos de indagación, con lo cual las actividades científicas en educación infantil pueden influenciar las actitudes a largo plazo de los niños y niñas hacia la ciencia (Spektor-Levy *et al.*, 2011).

Respecto de lo que consideran los educadores/as sobre lo que son las ciencias naturales, se evidencia que, para el caso de la educación parvularia, ellos/as tienden a una focalización en materias relacionadas con la biología; en segundo lugar se presenta la química, y en tercer sitio está la física (Akerson 2004; Gallegos, 2008; Thulin y Helldén, 2011; Appleton 1992, citado en Yesil-Dagli, *et al.*, 2011). Así mismo, tienden a pensar que la disciplina se define en relación al cuidado de la naturaleza, y en menor medida, a temáticas vinculadas con el cuidado del cuerpo. Además, es común que las vinculen con la comprensión y el conocimiento sobre el origen de los fenómenos naturales, como también con su potencial para fomentar la curiosidad, la experimentación y el descubrimiento, lo cual se basa en la consideración de que el contacto directo con la naturaleza y la observación de experimentos sencillos es la forma más eficaz de enseñar ciencias naturales (Gallegos, 2008). Entre las actividades que los/as educadores/as consideran para la enseñanza de las ciencias naturales en este nivel educativo, se señalan en

primer lugar el cuidado de plantas y animales y la observación de experimentos, y en segundo lugar la observación de videos o materiales sobre el conocimiento del cuerpo humano, la siembra de parcelas y, en menor porcentaje, la observación del estado del tiempo, el reciclado de materiales o la visita a áreas verdes. (Gallegos, 2007). Por otra parte, declaran que una de sus principales preocupaciones en su práctica educativa es lograr "aterrizar" los contenidos al nivel de los niños y diseñar clases significativas para ellos. A menudo, los/as educadores/as de párvulos en formación y en ejercicio no cuentan con una adecuada formación; en general, en su predisposición hacia las áreas de matemáticas y ciencias demuestran un predominio de actitudes negativas respecto del estudio de las ciencias, antes de ingresar a cursos vinculados con tales contenidos, las cuales pudieron provenir de varios años de interacciones tradicionales y poco significativas con tales asignaturas y con los profesores que las impartieron (Yesil-Dagli, Lake, y Jones 2011). Aportes como los de Kallery & Psillos (2001) refieren también a que es posible evidenciar una considerable brecha entre el currículo propuesto y el implementado, vinculada con una serie de factores que no son óptimos. Revelan que hay obstáculos para los/as docentes de primeras edades en implementar los contenidos científicos presentes en los documentos oficiales, debido en parte a la complejidad que reviste para ellos tales contenidos y su débil formación científica.

Lo anterior sugiere, por un lado, la necesidad de desarrollar e implementar proyectos de ciencias naturales en el nivel de educación infantil, que favorezcan en los niños y niñas la construcción de las primeras nociones alrededor de fenómenos cotidianos, y la elaboración de representaciones sobre su entorno, como condición durante los procesos de formación inicial, aspecto imprescindible para la intervención y apoyo del programa escolar a través de procesos que aumentan las capacidades de los educandos y la visión crítica del conocimiento científico (Tsitouridou, 1999) y, por otro lado, la relevancia de un replanteamiento de los alcances que tiene y debe tener la enseñanza de las ciencias naturales en esta etapa. En concordancia con lo anterior, una vez constatado que una de las variables que explica la calidad de los procesos educativos, es el trabajo docente (Mackenzie, 2007); se plantea la necesidad de analizar cómo operan los diversos programas que forman a los/as docentes y valorar en qué medida contribuyen a construir sus competencias científicas en la formación inicial, y también la de mejorar la formación en ciencias y el conocimiento didáctico del contenido en los/as educadores de preescolar (Gallegos, 2007; Gómez y Adúriz-Bravo, 2011; Saçkes, *et al.*, 2013).

Al realizar una revisión de las Facultades de Educación de 25 Universidades que en Chile conforman el Consejo de Rectores, se evidencia que 18 ofrecen la carrera de Educación de Párvulos, de ellas 15 ofrecen algún curso relacionado con Ciencias Naturales (CRUCH, 2012). Del total de las Universidades que tienen uno o más cursos vinculados con la disciplina, seis lo han integrado con otras áreas de conocimiento (fundamentalmente matemática y ciencias sociales). Al respecto, los Estándares Orientadores para Carreras de Educación Parvularia, recientemente publicadas (MINEDUC, 2012), muestran un avance significativo en relación a la posición de la enseñanza de las Ciencias Naturales dentro de la política pública para la formación inicial docente de educadores de párvulos en nuestro país, al establecerse como uno de dichos estándares aquel que explicita como prioritario el manejo de estrategias pedagógicas basadas en la comprensión de las nociones fundamentales de las Ciencias Naturales (MINEDUC, 2012, pág. 43).

Cabe destacar que la presencia de cursos en la formación inicial docente, no parece ser un factor suficiente de calidad de la enseñanza de las Ciencias Naturales. Los estudios sobre la calidad de los programas de la formación profesional de educadores de párvulos que existen, son escasos y dispersos. Sin embargo, la evidencia existente indica que sus características son equivalentes a las de aquéllos que forman educadores para otros niveles de enseñanza (Bowman & Donovan, 2000). Varios autores proponen que, aunque existe gran variación entre aulas, educadores y estudiantes, es posible codificar, en un sentido general, las competencias que los habilitan para manejarse dentro de los distintos escenarios en que se desempeñan. Estos autores destacan las siguientes: sensibilidad al contexto, sistematicidad en sus componentes, acumulación de sus objetivos, reflexividad y base en la investigación. El amplio estudio realizado por Levine (2006) acerca de los programas de formación de profesores define ocho componentes fundamentales: propósito, coherencia curricular, equilibrio curricular, composición del cuerpo académico, criterios de admisión, grado académico conferido, investigación realizada dentro del programa de formación y recursos financieros disponibles por el programa. El estudio de Darling-Hammond (2006) enfatiza los siguientes: estándares de conocimiento y desempeño claramente definidos, transversales a la formación y la evaluación teórica y práctica; formación para la enseñanza fundamentada en la investigación reciente; experiencia práctica extendida a través de la formación, planteada como fundamento de las explicaciones y las estrategias enseñadas en los cursos teóricos; conocimiento y creencias compartidas y estrecha vinculación entre los profesores colaboradores, los centros de práctica y los docentes universitarios.

La evidencia correlacional indica que la formación de los/as educadores de párvulos constituye el factor crucial de la calidad de la educación parvularia. En particular, se indica que los/as educadores de párvulos que poseen mejor formación inicial, evidencian mejores prácticas educativas, *más apropiadas a las etapas del desarrollo de los niños y más sensibles a sus necesidades, al mismo tiempo que demuestran conocimientos más fundamentados sobre prácticas educativas apropiadas (*Shonkoff & Phillips, 2000). Así mismo, se ha demostrado que la duración de los programas de formación, como el grado de especialización en educación inicial, son robustos predictores de calidad de la formación inicial de los/as educadores de párvulos, evidenciada en términos del desarrollo y aprendizaje de los niños *y niñas*, así como de su posterior desempeño escolar, y la calidad de los centros educativos (Burchinal, Cryer, & Clifford, 2002; Clarke-Stewart, Lowe Vandell, Burchinal, O'Brien, & McCartney, 2002; Ghazvini & Mullis, 2002; Howes, James, & Ritchie, 2003; Phillips, Mekos, Scarr, McCartney,& Abott-Shim, 2000).

Tal como se ha mencionado previamente, en Chile se cuenta con escasos estudios que revisen la formación del educador de párvulos, y resulta indispensable iniciar un trabajo de investigación que aporte evidencia sólida acerca de la calidad de los programas de formación y su impacto en su preparación profesional. El estudio de García-Huidobro (2006) analizó los planes de estudio de 13 universidades que imparten la carrera, y destaca que se trata de mallas de estudio poco flexibles y heterogéneas, en las que la única disciplina común es la psicología evolutiva; así mismo, deja de manifiesto que los docentes universitarios no son especialistas en la disciplina que enseñan y que existe un bajo porcentaje de profesores de planta y baja producción en investigación. En Chile existen 154 carreras de Educación de Párvulos a lo largo de todo el país, con una oferta sin regulaciones básicas que permitan orientar condiciones de funcionamiento mínimo curricular y organizacionalmente (Falabella y Rojas, 2008). Otro aspecto a considerar, es que el estudio referido concluyó que el alumnado de las carreras de educación parvularia presenta importantes carencias en habilidades básicas como expresión oral y escrita, comprensión lectora y razonamiento lógico.

La falta de esta evidencia implica que los centros formadores no pueden contar con sugerencias derivadas de la investigación para establecer programas de formación que desarrollen en los/as educadores de párvulos aquellas competencias asociadas a prácticas educativas de calidad (Villalón, Adlerstein, Pardo, & Diaz, 2012). Para muchos expertos, ese es precisamente uno de los principales desafíos que enfrenta la educación parvularia hoy: la identificación de aquellas competencias

esenciales para ejercer esta profesión (Bowman & Donovan, 2000; Huidobro, 2006; Horm-Wingerd *et al.*, 2000; Saracho & Spodek, 1990; Saracho & Spodek, 2004). Varios autores consideran que la formación inicial de los/as educadores de párvulos requiere considerar y abordar centralmente la comprensión sobre el desarrollo del pensamiento científico en la primera infancia y los desafíos que ello abarca para el aprendizaje y la enseñanza. Esto implica una comprensión sobre cómo evoluciona y hacia dónde debiese tender la adquisición del conocimiento especializado de los/as educadores de párvulos (Bowman & Donovan, 2000; Saracho & Spodek, 1990; Saracho & Spodek, 2004; Ray *et al.*, 2006a; Ray *et al.*, 2006b; Whitebook *et al.*, 2009a; Whitebook *et al.*, 2009b; Horm-Wingerd *et al.*, 2000; Katz & Goffin, 1990).

Competencias de Pensamiento Científico
Una noción compleja y polémica

Desde 2007 en nuestros proyectos de investigación (FONDECYT 1070795, 1095149) hemos reportado hallazgos sobre los *diversos modos de pensar* que los/as estudiantes de secundaria ponen en juego a la hora de (re)construir significados científicos en las clases de química y biología. A partir de estos hallazgos y complementando con un análisis detallado de aspectos meta científicos (históricos, socioculturales, epistemológicos y didácticos), diseñamos y validamos secuencias de enseñanza para el aprendizaje del enlace químico y del metabolismo, que dan cuenta del desarrollo y promoción de CPC específicas en el estudiantado de secundaria. Siguiendo en esa misma idea, nos propusimos en 2009, desde una perspectiva interdisciplinaria, diseñar, caracterizar y validar un modelo de evaluación de Competencias de Pensamiento Científico que pudiera ser útil para el profesorado de ciencias naturales, contribuyendo al desarrollo de aprendizajes de calidad y con equidad. La actividad científica escolar debe promover el desarrollo de CPC a partir de la necesidad de resolver situaciones problemáticas que requieren planteamientos nuevos desconocidos hasta ahora (la actividad científica como un proceso continuo). Un análisis de la situación actual en el terreno de la formación de competencias, arroja la carencia de sistemas y situaciones evaluativas que, de manera coherente y sistemática, den cuenta del desarrollo de las competencias en general y de pensamiento científico en particular.

Compartimos la noción de evaluación de CPC basada en el enfrentamiento a la resolución de problemas para estudiar el pensamiento docente y estudiantil, lo que implica asumir que la realidad, tal y como es, resulta parcialmente determinada

para cada sujeto, desde su situación social y personal y, como afirma Blumenfeld (1998), desde su mundo de significaciones; esto es, la realidad concebida como el producto de la construcción que subjetivamente hace el individuo de la misma en un espacio colaborativo de significados consensuados simbólicamente. A su vez, esa realidad construida socialmente, pasa a tener una cierta "materialidad" o existencia objetiva que se puede visualizar en el desarrollo de determinadas competencias científicas en los sujetos individuales y como sujetos colectivos.

En este sentido, parece claro que existen pocos indicadores y atributos (o no existen en absoluto) de los diferentes estadios o fases que, teóricamente, podría transitar la noción de competencia científica (CC) a la noción de competencia de pensamiento científico (CPC) o el sujeto competente en ciencias (SCC), durante el complejo proceso de interacción y comunicación en el aula. La tarea o el desafío consiste, entonces, en la *elaboración de indicadores y atributos* que puedan dar cuenta de este desarrollo y diseñar los instrumentos correspondientes, así como las estrategias de intervención más adecuadas que simultáneamente colaboren con las transformaciones o cambios irreducibles en el pensamiento del docente de ciencias. Esta es una tarea que, desde una perspectiva participativa, no puede llevarse a cabo sin la presencia de los profesores como verdaderos protagonistas del cambio en el aula. Se trata por tanto de promover y desarrollar una "cultura de la evaluación de competencias", en el profesorado en general y de ciencias en particular.

Pese a que las competencias de pensamiento (CPC) se han conceptualizado desde las más diversas direcciones epistemológicas y presentan una naturaleza elusiva, nuestro intento ha estado dirigido a conformar una representación de las mismas que no se limita a determinar la manera de hacer, sino a la vez a poner de manifiesto las cualidades de lo que hemos denominado **sujeto competente**. Desde nuestra mirada, el sujeto competente en ciencias (SCC) se constituye como actor y agente particular de la acción, ajustada inteligentemente a las circunstancias sociales y culturales, capaz de adaptar o ajustar el contexto a sus necesidades y con un pensamiento capaz de identificar situaciones problémicas (u obstáculos) en la clase de ciencias y de abordarlas con la conciencia de los recursos propios que constituyen su perfil personal de actuación en la gestión del conocimiento y aprendizaje científicos.

Desde esta consideración la CPC emerge como un atributo del sujeto, es competente no la competencia, sino el sujeto, lo cual determina una actuación permanente y sistemáticamente dirigida a poner de evidencia el sustrato personal

del actuar competente, así como la valoración y evaluación de la manera en que los distintos sujetos identifican, enfocan y resuelven las situaciones a que se enfrentan (Labarrere, 2009; Quintanilla 2012). Al respecto, hay un fértil camino en la investigación didáctica que aún queda por construir.

Agradecimientos

El autor del presente capítulo agradece el patrocinio del Programa FONDECYT, por medio del Proyecto FONDECYT 1150505, que ha permitido la elaboración de este producto científico.

Referencias bibliográficas

Abbott, A. (1988). *The System of Professions: An Essay on the Division of Expert Labor*. Chicago: University of Chicago Press.

Arca, M., Guidoni, P. & Mazzoli, P. (1990). *Enseñar Ciencias. Como comenzar: reflexiones para una educación científica de base*. Barcelona: Paidós.

Bennet, B. (2010). La ingeniosa ciencia de la integración instruccional. En R. Marzano (Ed.), *On excellence in Teaching* (65-91). Bloomington: Solution Tree Press.

Church, E. B. (2003). Scientific thinking: Step by step. *Early Childhood Today*, *15*(6), 35-41.

Bosse, S., Jacobs, G. & Anderson, T. L. (2009). Science in the air. *YC Young Children*, *64*(6), 10-15.

Bowman, B., Donovan, M., & Burns, S. (Eds.). (2000). *Eager to Learn:* Educating Our Preschoolers. Washington, DC: National Academy Press.

Bruer, J.T. (1995). *Escuelas para pensar: una ciencia del aprendizaje en el aula*. Barcelona: Paidós. (Edición original de 1993).

Burchinal, M. R., Cryer, D. & Clifford, R. M. (2002). Caregiver training and classroom quality in child care centers. *Applied Developmental Science*, 6(1), 2–11.

Calderhead, J. & Robson, M. (1991). Images of teaching: Student teachers' early conceptions of classroom practice. *Teaching and teacher education*, *7*(1), 1-8.

Clarke-Stewart, K. A., Lowe Vandell, D., Burchinal, M., O'Brien, M. & McCartney, K. (2002). Do regulable features of child-care homes affect children's development? *Early Childhood Research Quarterly*, 17(1), 52–86.

Coble, C. & Koballa, T. (1996). Science education. En. Sikula, J., Buttery, T. & Guyton, E. (Eds.), *Handbook of research on teacher education* (459-484). New York: Macmillan.

CRUCH. (2012). Consejo de Rectores Universidades Chilenas. Retrieved 23 de Mayo de 2012 from Mallas Curriculares de la carrera de Educación de Párvulos de las Universidades del Consejo de Rectores de las Universidades Chilenas.: www.cruch.cl

CRUCH. (2012). Consejo de Rectores Universidades Chilenas. Retrieved Mayo 23, 2012, from Mallas Curriculares de la carrera de Educación de Párvulos de las Universidades del Consejo de Rectores de las Universidades Chilenas: www.cruch.cl

Darling-Hammond, L. (2006). *Powerful teacher education: lessons from exemplary programs.* San Francisco: Jossey-Bass.

Eshach, H. & Fried, M. (2005). Should science be taught in early childhood?. *Journal of science education and technology*, 14(3), 315-336.

EXPLORA CONICYT. (01 de Marzo de 2012). Clubes Explorines para Educación Parvularia. Retrieved 230512. Desde: http://www.explora.cl/index.php?option=com_content&view=article&id=6543:ichile-crece-con-ciencia-abierto-concurso-clubes-explorines-para-educacion-parvularia-y-1d-ciclo-de-educacion-basica-&catid=58:ano-2008&Itemid=88

EXPLORA CONICYT. (2010). Tus competencias en ciencias. Consultado el 23 de Mayo de 2012, desde: http://www.tccexplora.cl/

EXPLORA CONICYT. (2012). Clubes Explorines para Educación Parvularia. Retrieved Mayo 23, 2012. Desde: http://www.explora.cl/index.php?option=com_content&view=article&id=6543:ichile-crece-con-ciencia-abierto-concurso-clubes-explorines-para-educacion-parvularia-y-1d-ciclo-de-educacion-basica&catid=58:ano-2008&Itemid=88

Falabella, A. y Rojas, M. (2008). Algunas tendencias curriculares en la formación de Educadores de Párvulos. *Calidad en la educación*, 29, 159-191.

French, L. (2004). Science as the center of a coherent, integrated early childhood curriculum. *Early childhood research quarterly*, 19(1), 138-149.

Fukkink, R. & Lont, A. (2007). Does training matter? A meta-analysis and review of caregiver training studies. *Early childhood research quarterly*, 22(3), 294–311.

Gallego, A., Castro, J., & Rey, J. (2008). El Pensamiento Científico en los niños y niñas: Algunas consideraciones e implicaciones. *Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia: Memorias CIIEC*, 22-29.

Gallegos, L. (2007). La Enseñanza de las Ciencias Naturales en el Jardín de Niños. *Revista Ethos Educativo*, 39, 85-101.

Gallegos, L. Flores, F. Calderón, E. (2008). Aprendizaje de las ciencias en preescolar: La construcción de representaciones y explicaciones sobre la luz y las sombras. *Revista Iberoamericana de Educación*, 47, 97-121.

García-Huidobro, J. (2006). *Formación inicial de educadoras(es) de párvulos en Chile*. Seminario Expansiva. Santiago: Chile.

Ghazvini, A. & Mullis, R. L. (2002). Center-based care for young children: Examining predictors of quality. *The Journal of Genetic Psychology*, 163(1), 112–125

Gil, D., Sifredo, C., Valdés, P. & Vilches, A. (2005). ¿Cuál es la importancia de la educación científica en la sociedad actual? En D. Gil, B. Macedo, J. Martínez, C. Sifredo, P. Valdés, & A. Vilches: ¿Cómo promover el interés por la cultura *científica?* (pp. 15-28). Santiago: OREALC-UNESCO.

Gómez Galindo, A. y Adúriz-Bravo, A. (2011). ¿Cómo enseñar ciencias?. En G. Galicia. (Coord.), *Las Ciencias Naturales en Educación Básica: Formación de ciudadanía para el siglo XXI* (93-128). México D.F.: Secretaría de Educación Pública/Universidad Pedagógica Nacional. ISBN: 978-607-467-055-4.

Goodson, I. F. (1992). Studying teacher's lives: An emergent field of inquiry. In I. F. Goodson. (Ed.), *Studying teachers' lives* (1-17). London: Routledge.

Hall, E. (2010). What Professional Development in Early Childhood Science Will Meet the Requirements of Practicing Teachers? Retrieved May 22, 2012,. From ECRP: http: // ecrp. uiuc. Edu /beyond/ seed/hall.html

Horm-Wingerd, D.; Hyson, M. & Karp, N. (2000). *New Teachers for a New Century: The Future of early childhood professional preparation*. Washington, DC: U.S. Department of Education, Office of Educational Research and Improvement, National Institute on Early Childood. Development and Education, Media and Information Services.

Izquierdo, M. (2005). Com fer problemàtics els problemes que no en són prou. Noves temàtiques per als problemes de química. En M. Izquierdo. (Ed.), *Resoldre problemas per aprendre: Eines d'innovació docent en educació superior* (45-51). Barcelona, España: Universitat Autònoma de Barcelona Servei de Publicacions.

Jones, I., Lake, M. & Lin, M. (2008). Perspectives on Science and Technology in Early Childhood Education. In O. Saracho, & B. Spodeck. (Eds.), *Contemporary Perspectives in Early Childhood Education* (17-40). Charlotte, USA: Information Age Publishing.

Kallery, M. & Psillos, D. (2002). What happens in the early years science classroom? The reality of teachers' curriculum implementation activities. *European Early Childhood Education Research Journal*, 10(2), 49-61.

Katz, L. G. & Goffin, S. G. (1990). Issues in the preparation of teachers of young children. In B. Spodek & O. N. Saracho. (Eds.), *Early childhood teacher preparation* (192-208). New York: Teachers College Press, Columbia University.

Kontos, S. & Wilcox-Herzog, A. (2001). How do education and experience affect teachers of young children? *Young Children*, 56(4), 85–91.

Kovacs, J. (1991). Neurolobiología y Educación Temprana. Congreso de Vitoria.

Labarrere, A. y Quintanilla, M. (2002). Análisis de los planos del desarrollo de estudiantes de ciencia. Efecto en el aprendizaje. *Pensamiento Educativo*, 30, 121–137.

Leithwood, K., Day, C., Sammons, P., Harris, A. & Hopkind, D. (2006). *Successful school leadership: What it is and how it influences pupil learning*. Nottingham: National College for School Leadership and Department for Education and Skills.

Levine, A. (2006). *Educating school teachers*. Washington, DC: The education schools project.

Liguori, L. & Noste, M.I. (2005). *Didáctica de las Ciencias Naturales. Enseñar Ciencias Naturales*. Santa Fe: Homo Sapiens.

Martins, I & Veiga, L. (2001): Early Science Education: Exploring familiar contexts to improve the understanding of some basic scientific concepts. *European Early Childhood Education Research Journal*, 9(2), 69-82.

Metz, K. (2004). Children´s understanding of science inquiry: Their conceptualization of uncertainty in investigations of their own design. *Cognition and Instruction*, 22(2), 219-290.

MINEDUC & OREALC-UNESCO. (2004). *Aprendiendo de las Experiencias: Reforma Curricular de la Educación Parvularia*. Santiago: Trineo.

MINEDUC. (2001). *Bases Curriculares de la Educación Parvularia*. Santiago: Ministerio de Educación. Gobierno de Chile.

MINEDUC. (2002). *Cuadernillos para la Reflexión Pedagógica: Seres Vivos y su entorno*. Santiago: Ministerio de Educación. Gobierno de Chile.

MINEDUC. (2008). *Mapas de Progreso del Aprendizaje para el nivel de Educación Parvularia.* Santiago: Ministerio de Educación. Gobierno de Chile.

MINEDUC. (2008). *Programas Pedagógicos Primer y Segundo nivel de Transición.* Santiago: Ministerio de Educación. Gobierno de Chile.

MINEDUC. (2012). *Estándares orientadores para Carreras de Educación Parvularia. Estándares pedagógicos y disciplinarios*. Santiago: Ministerio de Educación. Gobierno de Chile.

Montecinos, C., Solis, M., Contreras, I. & Rittershaussen, S. (2009). *Muestras de desempeño docente. Instrumento para evaluar la calidad de la enseñanza y su impacto en el aprendizaje.* Santiago: Ediciones Universidad Católica de Chile.

National Research Council. (1996). *National Science Education Standards*. Washington, D.C: National Academy Press.

Nelson, C. (2001). The development and neural bases of face recognition: Reply to critiques. *Infant and Child Development*, 10, 3-18.

Osborne, R., & Freyberg, P. (1998). *El aprendizaje de las ciencias. Influencias de las ideas previas de los alumnos.* Madrid: Narcea.

Phillips, D., Mekos, D., Scarr, S., McCartney, K. & Abott-Shim, M. (2000). Within and beyond the classroom door: Assessing quality in child care centers. *Early Childhood Research Quarterly*, 15(4), 475–496.

PNUD. (2009). *Desarrollo Humano en Chile 2009. La manera de hacer las cosas*. Santiago: Programa de las Naciones Unidas.

Pujol, R. (2003). *Didáctica de las Ciencias en la Educación Primaria.* Madrid: Práxis.

Quintanilla, M. R. (2012). Investigar y evaluar competencias de pensamiento científico (CPC) en el aula de secundaria. *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales*, *18*(70), 66-74.

Quintanilla, M., Orellana, M. L. & Daza, S. (2011). La ciencia en las primeras edades como promotora de competencias de pensamiento científico. En S. Daza, & M. Quintanilla. (Eds.), *La enseñanza de las ciencias naturales en las primeras edades. Su contribución a la promoción de competencias de pensamiento científico* (59-82). Colombia: Litodigital.

Ravanal, E. & Quintanilla, M. (2012). Concepciones del profesorado de biología en ejercicio sobre el aprendizaje científico escolar. *Enseñanza de las ciencias*, 30(2), 33-54.

Ray, A.; Bowman, B. & Robbins, J. (2006). *Preparing early childhood teachers to successfully educate all children: The contribution of state boards of higher education and national professional accreditation organizations.* Report to the Foundation for Child Development. Desde: http://www.erikson.edu/PageContent/enus/Documents/schedules/standards.pdf

Saçkes, M., Trundle, K., Bell, R. (2013). Science learning experiences in kindergarten and children's growth in science performance in elementary grades. *Education and science*, 38(167), 114-127.

Sanmartí, N. (2002). *Didáctica de las ciencias en la educación secundaria obligatoria*. Madrid: Síntesis.

Saracho, O. & Spodek, B. (Eds.) (2004). *Contemporary Perspectives on Early Childhood Education Personnel. Preparation, Practice and Professionalism*. USA: Information Age Publication.

Saracho, O. & Spodek, B. (Eds.). (1990). *Early Childhood Teacher Preparation*. New York: Teachers College Press, Columbia University.

Saracho, O. & Spodek, B. (2008). *Contemporary perspectives on science and technology on* e*arly childhood education*. USA: Information Age Publication, INC.

Seung-Yoeun, Y. (2010). Early Childhood Teachers' empowerment and implementation of teaching method programs for child development in science education. *Education*, 130(4), 556-560.

Shonkoff, J. & Phillips, D. (Eds.). (2000). *From neurons to neighborhoods: the Science of early childhood development.* Washington DC: National Academies Press.

Spektor-Levy, O., Baruch, Y. K. & Mevarech, Z. (2013). Science and Scientific Curiosity in Pre-school—The teacher's point of view. *International Journal of Science Education*, *35*(13), 2226-2253.

Tassin, M., Leiva, P. Benavides, F., Suzuki, M. & Orellana, M. L. (2009). *Pedagogía Cultural: Abrir Puertas en Educación Inicial*. Curicó, Chile: Mataquito.

Thulin, S. & Helldén, G. (2011). Opening Doors for Learning Ecology in Preschool. En Pramling, N. & Pramling, I. (Eds.), *Educational Encounters: Nordic Studies in Early Childhood Didactics* (65-84). Dordrecht: Springer.

Tsitouridou, M. (1999). Concepts of science in the early years: Teachers' perceptions towards a 'Transformational field'. *European Early Childhood Education Research Journal*, 7(1), 83-93.

UNESCO - ICSU. (1999). *Declaración sobre la Ciencia y el uso del saber científico. Conferencia Mundial sobre la Ciencia para el Siglo XXI: Un nuevo compromiso*. Budapest.

Vega, S. (2006). *Ciencia 0-3. Laboratorio de ciencias en la escuela infantil.* Barcelona: Graó.

Vega, S. (2012). *Ciencia 3-6. Laboratorio de ciencias en la escuela infantil*. Barcelona: Graó.

Vergara, C. (2010). *Una propuesta para la formación de Educadores de Párvulos por medio de la validación de un modelo de enseñanza de las ciencias para niños de Educación Parvularia.* Tesis para optar al grado de Magíster en Educación Infantil. Chile: Universidad Central.

Villalón, M., Adlerstein, C., Pardo, M. & Diaz, C. (2012). *Comparación de la formación inicial para la enseñanza del lenguaje oral y escrito y conocimiento práctico de las estudiantes de educación parvularia*. Santiago: FONDECYT REGULAR N°1120658.

Whitebook, M., Gomby, D., Bellm, D., Sakai, L. & Kipnis, F. (2009). *Teacher preparation and professional development in grades K-12 and in early care and education: Differences and similarities, and implications for research. Part I of Preparing teachers of Young children: The current state of knowledge, and a blueprint for the future.* Berkeley, CA: Center for the Study of Child Care Employment, Institute for Research on Labor and Employment, University of California at Berkeley.

Whitebook, M., Gomby, D., Bellm, D., Sakai, L. & Kipnis, F. (2009). *Effective teacher preparation in early care and education: Toward a comprehensive research agenda. Part II of Preparing teachers of young children: The current state of knowledge, and a blueprint for the future.* Berkeley, CA: Center for the Study of Child Care

Employment, Institute for Research on Labor and Employment, University of California at Berkeley.

Worth, K. (2010). *Science in Early Childhood Classrooms: Content and Process*. Retrieved May 22, 2012. From ECRP: http://ecrp.uiuc.edu/beyond/seed/worth.html

Worth, K. & Grollman, S. (2003). *Worms, shadows, and whirlpools: Science in the early childhood classroom*. Portsmouth, NH: Heinemann.

Yesil-Dagli, U., Lake, V. E. & Jones, I. (2010). Preservice teachers perceptions towards mathematics and science. *Journal of Research in Education*, 20(2), 32-48.

Capítulo 2

La naturaleza de la ciencia en la formación inicial de Educadores de Párvulos

Experiencia de un modelo de formación

Eduardo Valdivia
evaldivia@magisteredu.ucsc.cl
Luigi Cuellar
lcuellar@ucsc.cl
Claudia Rodríguez
claudiarodriguez@ucsc.cl
Universidad Católica de la Santísima Concepción, Chile

Contenido

- Resumen
- Introducción
- Naturaleza de la Ciencia y su relación con la práctica docente
- Concepción de Naturaleza de la Ciencia en el profesorado
- Metodología y contexto
- Análisis de datos
- Resultados
    - Parte I: Análisis estadístico descriptivo pre-test
    - Observaciones del taller de modelización teórica y sus actividades
    - Parte II: Análisis estadístico descriptivo pos-test
    - Observaciones del *focus-group,* posteriores a la realización del taller
- Proyecciones y conclusiones
- Referencias bibliográficas

Resumen

El presente capítulo surge de la investigación desarrollada en el proyecto FONDECYT 1150505, sobre caracterización e identificación de competencias de pensamiento científico en educadores de párvulos, que lidera el compilador de este libro. Bajo este marco, se observa cómo transitan las concepciones sobre Naturaleza de la Ciencia de un grupo de estudiantes de la carrera de Educación de Párvulos de la Universidad Católica de la Santísima Concepción (Concepción, Chile) en la realización de diversos talleres de modelización didáctica, precisamente en la dimensión de naturaleza de la ciencia.

Se trabajó con un grupo de 28 estudiantes que cursaban la actividad curricular llamada *Ciencias Naturales y su Didáctica* en su sexto semestre del plan de estudios. Se recopiló la información a través de cuestionarios pre-test y post-test tipo Likert, acerca de la naturaleza de la ciencia, observaciones no participantes durante la realización de los talleres de modelización didáctica y un focus-group con preguntas semi-estructuradas que emergieron de dichas observaciones.

A partir de lo observado, se destaca que los intercambios realizados durante la realización de los talleres han producido rupturas en estructuras previas y la construcción de nuevas estructuras de significado de los estudiantes, posibilitando una transición de una concepción dogmática-positivista a una perspectiva racionalista-moderada de la naturaleza de la ciencia.

Palabras clave: Formación de docentes, educación de la primera infancia, naturaleza de la ciencia, concepciones docentes.

Introducción

En la actualidad, las concepciones de ciencia, su enseñanza y aprendizaje, así como su práctica en aula han evolucionado gracias a la consolidación de la didáctica de las ciencias naturales en la investigación e innovación educativa. Asimismo, existe bastante consenso en la disciplina, respecto de que el profesorado tiene la responsabilidad ineludible de alfabetizar científicamente a sus estudiantes, comportando saber ciencias y sobre las ciencias, saber qué son y cómo se elaboran, qué características las diferencian de otras realizaciones y emprendimientos humanos, cómo cambian en el tiempo, cómo influencian y son influenciadas por la sociedad y la cultura (Garritz, 2010).

La alfabetización científica y tecnológica del alumnado está ligada a la enseñanza de la naturaleza de la ciencia. Bajo la perspectiva de Adúriz-Bravo (2005), hay

un conjunto de disciplinas que aportan al concepto de naturaleza de la ciencia (filosofía, sociología e historia de la ciencia) y tienen una incidencia positiva en la enseñanza, debido a que permiten desarrollar una reflexión crítica sobre qué es el conocimiento científico y cómo se elabora, qué permite comprender de mejor manera los alcances y límites de la ciencia como producto. Por otra parte, una mejor comprensión de ella, permitirá tomar decisiones razonadas acerca de cuestiones tecnocientíficas de interés social, lo que podrá contribuir a hacer más posible la participación ciudadana (Driver *et al*., 1996).

Si los formadores en ciencia tienen la enorme tarea de alfabetizar científicamente a sus estudiantes, conocer los factores de los que depende el buen desempeño de un docente en la enseñanza de las ciencias es una de las metas de todo programa formativo, ya que posibilita realizar una reflexión y selección fundamentada de contenidos, así como la gestión de estrategias más adecuadas para alcanzar una mejor formación profesional (Benarroch y Marín, 2011).

Por otra parte, según Quintanilla y otros (s. f.), desde las nuevas tendencias en la formación del profesorado en ciencias, y por sobre todo en didáctica de las ciencias naturales, se ha evidenciado la inquietud de proponer estrategias que aporten al cambio de las concepciones de los docentes, tanto en un nivel inicial como continuo; ya que las creencias, las concepciones, visiones, supuestos o teorías del profesorado son determinantes a la hora de concretar un modelo de enseñanza en un contexto determinado (Baena, 2000).

En el último tiempo han aumentado considerablemente las investigaciones sobre las concepciones didácticas del profesorado en ciencia y su relación con la práctica de aula, donde predominan trabajos de estudio de caso, en los cuales se identifican las concepciones de enseñanza y aprendizaje de la ciencia, de un grupo determinado de profesores de secundaria (Fernández *et al*., 2009). Son pocos los trabajos referidos a las concepciones que se desarrollan durante el periodo de formación profesional, mucho menos en la formación de educadoras de la primera infancia que enseñarán ciencia, y específicamente en los campos relacionados con la epistemología del profesor, en lo que tiene relevancia el análisis del ámbito disciplinar desde una reflexión crítica sobre el conocimiento científico y la actividad científica, como base de su discurso profesional en aula.

Bajo esta mirada, en este trabajo se identifica y caracteriza cómo transitan las concepciones sobre naturaleza de la ciencia de las educadoras de párvulo en formación, ya que los datos emergidos podrían ser un aporte para la reflexión y toma de decisiones en los procesos de formación docente.

Naturaleza de la ciencia y su relación con la práctica docente

La naturaleza de la ciencia se configura como un metaconocimiento sobre la ciencia que proviene de los análisis interdisciplinares hechos por especialistas en historia, filosofía y sociología de la ciencia, como también por diversos científicos de formación disciplinar (Acevedo *et al.*, 2005). Bajo una perspectiva similar, Adúriz-Bravo (2005), plantea que la naturaleza de la ciencia se concibe como un conjunto de contenidos metacientíficos con valor para la educación científica con la finalidad de promover reflexión y mejorar la enseñanza y aprendizaje de los contenidos científicos; posicionándose como reflexión epistemológica, construyendo una imagen de ciencia realista y moderada, y orientada a los contenidos disciplinares, pedagógicos y didácticos que reciben los profesores en ciencia en su formación.

Desde esta mirada, existe bastante consenso en que mejorar los aprendizajes sobre naturaleza de la ciencia (NdC) en los futuros formadores de ciencia se ha vuelto una tarea imperiosa. En palabras de Vázquez, Acevedo y Manassero (2004: 3):

> "La NdC incluye la reflexión sobre los métodos para validar el conocimiento científico, los valores implicados en las actividades de la ciencia, las relaciones con la tecnología, la naturaleza de la comunidad científica, las relaciones de la sociedad con el sistema tecnocientífico y las aportaciones de éste a la cultura y al progreso de la sociedad [...]. También se deberían entender como propios de la NdC todos aquellos asuntos que van más allá de los productos o resultados de la ciencia –los contenidos fácticos y conceptuales–, tales como los procesos y diseños de la ciencia, los valores que impregnan a éstos, las relaciones mutuas entre ciencia, tecnología y sociedad, las relaciones sociales internas a la comunidad científica, las relaciones entre la ciencia escolar y la ciencia en elaboración, etc."

Adúriz-Bravo (2005) señala que la naturaleza de la ciencia en la formación y práctica profesional de los profesores apunta a la mejora en la toma de decisiones en tres ámbitos de gran importancia: hacer emerger una naturaleza de la ciencia apropiada para la tarea de enseñar ciencias, construir currículo que difunda la naturaleza de la ciencia en diversos niveles de concreción y diseñar estrategias didácticas para que el profesorado se apropie significativamente de estos contenidos.

Desde esta perspectiva, Adúriz-Bravo sostiene que para transformar la naturaleza de la ciencia en un objeto de enseñanza en la formación inicial y continua del profesorado de ciencias, se debe poner atención sobre ¿qué naturaleza de la ciencia se trasmite a través de las formas de pensamiento, discurso y acción puestas en marcha en las clases de ciencias naturales? y ¿qué naturaleza de la ciencia puede aprenderse para cada nivel de madurez, riqueza y profundidad de contenidos científicos que se meta-analizan?

La enseñanza de la naturaleza de la ciencia no se limita a la madurez cognitiva y física de los/as estudiantes, lo que posibilita su tratamiento desde la educación preescolar, por ello, un tratamiento mucho más balanceado de la historia, sociología y filosofía de la ciencia resulta necesario en la formación inicial de los/as educadores en ciencias de la primera infancia, ya que se posibilita la promoción de concepciones más adecuadas sobre ciencia para sus estudiantes y la inmersión de los niños y niñas en la construcción del conocimiento científico (Aguirre, Haggerty y Linder, 1990).

En esta dirección, Fumagali (1993) afirma que enseñar y construir conocimientos científicos desde una mirada histórica y epistemológica, en espacios de diálogo y participación activa sobre temáticas que favorecen el bienestar de la sociedad, posibilita el desarrollo del pensamiento científico y crítico de los/as estudiantes desde los primeros niveles de escolaridad; ya que "cuando enseñamos ciencias a los niños en edades tempranas no estamos formando solo futuros ciudadanos, pues los niños, en tanto integrantes del cuerpo social actual, pueden ser hoy también responsables del cuidado del medio ambiente, pueden hoy actuar de modo consciente y solidario respecto de temáticas vinculadas al bienestar de la sociedad de la que forman parte" (Daza *et al.*, 2011: 39).

Daza y otros (2011), plantean que si los educadores de ciencia de la primera infancia generan situaciones que impliquen contradicción entre las representaciones sociales e intuitivas de los niños, éstos últimos podrían apropiarse progresivamente de herramientas cognitivas, procedimentales, comunicacionales y actitudinales, organizando los elementos de su entorno eficazmente y construyendo explicaciones sencillas sobre el mundo que los rodea.

Asimismo, Alzate y Orrego (2009) argumentan que son importantes los vínculos establecidos entre el conocimiento de la naturaleza de la ciencia y la habilidad de los/as profesores/as para implementar modelos de cambio y evolución conceptual en el aula. Estos autores señalan que en el estudio del cambio

conceptual hay diversas investigaciones que relacionan el cambio conceptual individual con el cambio conceptual visto desde la historia de la ciencia, y que es común encontrar, dentro de un dominio conceptual determinado, comparaciones entre las concepciones de los/as estudiantes y las concepciones científicas de las distintas épocas de la historia de la ciencia.

Concepción de naturaleza de la ciencia en el profesorado

A principio de la década de los noventa, se destaca una amplia variedad de trabajos referidos a las concepciones sobre naturaleza de la ciencia (CNC). Lederman (1992), por su parte, a partir de una extensa revisión de literatura sobre el tema, reconoce dos grandes líneas de estudio sobre CNC: una dirigida a problemas curriculares y otra hacia el quehacer docente. De la última, el autor señala que el valor investigativo de las concepciones epistemológicas radica en dos ideas fundantes: la comprensión de la naturaleza de la ciencia del profesorado guarda cierta relación con la de sus estudiantes y la imagen que estos adquieren de la ciencia; y las creencias del profesorado sobre naturaleza de la ciencia influyen significativamente en la forma de enseñar ciencia y en las decisiones que toman en el aula. Bajo esta mirada, se debe tener en cuenta que las concepciones de ciencia son indisolubles de la práctica de un docente (Pozo, 2006), y que constituyen una fuente de información que podría aportar al cambio de las prácticas educativas del profesorado (Fernández *et al.*, 2009), lo que aumenta su valor investigativo.

Un estudio publicado por Tobin y Campbell (1997), sostiene que existe un patrón variable de la CNC de un docente de química, lo cual determinaron a través de un cuestionario. Sin embargo, al explorar algunas de las narraciones del docente y sus estudiantes se encontraron muchas similitudes en la forma de entender la ciencia y la química, orientada al aprendizaje de definiciones, identificando un patrón tradicional compartido sobre CNC.

López, Flores y Gallegos (2000), estudiaron las concepciones de la ciencia y del aprendizaje de un grupo de 12 maestros de física, mediante cuestionarios estructurados. Concluyeron que los sujetos en estudio muestran un cambio al pasar de concepciones científicas tradicionales a concepciones constructivistas sobre ciencia, mientras que se observan algunas discrepancias sobre las concepciones de aprendizaje en situaciones de práctica de aula.

Carvajal y Gómez (2002) analizaron concepciones de ciencia y su aprendizaje a maestros de secundaria y bachillerato en México. Los resultados demuestran que los profesores analizados reflexionan poco sobre aspectos culturales, éticos

y filosóficos de la ciencia. También se observa cierta inconsistencia entre las concepciones y sus prácticas de enseñanza.

Scandroli y Rocha (2002) diagnostican y analizan las creencias epistemológicas de un grupo de docentes de Educación General Básica. Se diagnostican los aspectos de la imagen de ciencia más relacionados con la enseñanza de la ciencia, a través de una encuesta con 18 ítems. Los resultados muestran posturas diferentes para cada uno de los aspectos considerados.

Gran parte de los investigadores que han estudiado las concepciones sobre ciencia, su enseñanza y aprendizaje en los educadores en ciencia, han definido dos tipos de concepciones: una tradicional, centrada en el quehacer del maestro y los conocimientos escolares, y otra posicionada desde una perspectiva constructivista, orientada al aprendizaje y el aprendiz (Vandriel *et al.*, 2007).

Sin embargo, para algunos autores como Ravanal, Quintanilla y Labarrere (2012) la concepción de ciencia del profesorado debe transitar a nuevos modelos teóricos que sirvan de base para una nueva enseñanza de la ciencia, orientada al desarrollo de sujetos competentes en ciencia.

Para los efectos de esta investigación, se hace necesario realizar un acercamiento a una reflexión epistemológica contraria al dogmatismo y que favorezca a la construcción de una imagen de ciencia realista y racionalista moderada (Ravanal y Quintanilla, 2010), desde un enfoque tradicional surge la concepción *dogmático-positivista* de la ciencia y su enseñanza, mientras que por otro, una concepción de carácter *racionalista moderada* cercana al constructivismo.

Metodología y contexto

Esta investigación afronta la interpretación cualitativa de concepciones de 28 educadoras de párvulos en formación (EPF) sobre naturaleza de la ciencia, en un estudio de caso. Los datos obtenidos emergen de talleres de modelización didáctica y *focus-groups*, realizados en el marco del proyecto FONDECYT 1150505, sobre identificación y caracterización de competencias de pensamiento científico de las educadoras de párvulos en formación.

En el marco de la intervención, los talleres se subdividieron en seis sesiones de 90 minutos, en los que se abordaron las siguientes dimensiones: 1) Concepciones sobre enseñanza y aprendizaje de las ciencias, 2) Rol del docente de ciencias y

diseño de experiencias de aprendizaje para párvulos, 3) Naturaleza de la ciencia, 4) Competencia de pensamiento científico en educación de párvulos, 5) Resolución de problemas científicos y 6) Evaluación de aprendizajes científicos. El protocolo diseñado para el desarrollo de los talleres, divide cada sesión en tres momentos: teorización, resolución de la tarea y evaluación. Para los efectos del presente trabajo, se analizará la información obtenida del tercer taller implementado con las EPF sobre *naturaleza de la ciencia.*

Se consideraron los siguientes aspectos operativos de diseño y análisis. Se realizó, previamente, un taller de modelización teórica con la docente a cargo del curso *Ciencias Naturales y su Didáctica*, de la carrera de Educación de Párvulos de la Universidad Católica de la Santísima Concepción, en un ambiente académico y fraterno, en el que se reflexionó sobre cuestiones de base epistemológica sobre naturaleza de la ciencia. Posterior a ello, se planificaron los talleres a realizar con sus estudiantes, en el marco de las sesiones de la asignatura. Se trabajó con el texto de Adúriz-Bravo (2005) titulado "¿Qué naturaleza de la ciencia hemos de saber los profesores de ciencias? Una cuestión actual de la investigación didáctica". Asimismo se abordaron contenidos orientadores sobre *ciencia y naturaleza de la ciencia, construcción del conocimiento científico, controversias y sistemas de creencias acerca de la ciencia y la producción del conocimiento y la ciencia que aprenden y piensan las educadoras de párvulos en formación.*

Sobre la planificación del taller con las estudiantes, se sigue la misma lógica del protocolo, sus momentos y contenidos, considerando los siguientes objetivos:

- Reflexionar teóricamente en relación a la experiencia de formación profesional de las educadoras, a partir del Programa del Curso acerca de la naturaleza de la ciencia y su relevancia en la Educación Parvularia.
- Estimular la producción de relatos o narrativas de las EPF acerca de la naturaleza de la ciencia.
- Evaluar, a partir del debate vivido en la sesión, aquellos aspectos de contenido y de actividad que las EPF consideran relevantes para promover competencias de pensamiento científico, a partir de la naturaleza de la ciencia.

En paralelo, se recopiló la información de la investigación a partir de pre-test y post-test tipo Likert aplicados a las estudiantes previo a la realización de los talleres, correspondiente a un instrumento elaborado por Quintanilla y otros (2007), sobre la imagen de la ciencia y su enseñanza. También, a través de dispositivos

de preguntas abiertas sobre la dimensión de naturaleza de la ciencia durante el momento de resolución de la tarea y la evaluación del taller, en los cuales las EPF elaboraron narrativas personales sobre las siguientes preguntas:

- ¿Qué entiendes por la 'expresión' naturaleza de la ciencia (NOS)
- ¿Cómo relacionas la comprensión acerca de la Naturaleza de la Ciencia (NOS) y su valor (finalidad) para la formación profesional de la Educadora de Párvulos?
- ¿Qué has aprendido acerca de la naturaleza de la ciencia?
- ¿Qué inquietudes te deja la reflexión acerca de la naturaleza de la ciencia en la formación de Educadoras de Párvulos?

Para aportar información desde otra perspectiva, se realiza observación no participante durante el desarrollo de todos los talleres, sin embargo sólo se analizarán las notas de campo y el registro audiovisual de la sesión correspondiente a la dimensión de *naturaleza de la ciencia*. Posteriormente, se estudiarán los discursos elaborados por las EPF durante el desarrollo de un *focus-group* realizado después de la intervención.

Análisis de datos

Con el propósito de identificar y caracterizar las CNC presentes en las EPF, se realiza un análisis que considera dos procedimientos complementarios:

- Descripción e interpretación de la información a partir de un análisis estadístico descriptivo. En este procedimiento se analizan los pre-test y pos-test tipo Likert (Quintanilla *et al.*, 2007), a fin de conocer cómo transitan las CNC antes y después de la aplicación de los talleres. Como señalan Ravanal, Quintanilla y Labarrere (2012), esta técnica se enmarca en la metodología cuantitativa, sin embargo, para los efectos de esta investigación, el análisis que se propone es más bien de carácter cualitativo, ya que intenta describir e interpretar la tendencia epistemológica dogmático positivista o racionalista moderada de las educadoras en formación en 10 enunciados sobre naturaleza de la ciencia, de los cuales 6 corresponden a una visión de ciencia y su naturaleza, y otras 4 sobre la enseñanza y aprendizaje de la naturaleza de la ciencia en la educación infantil.
- Descripción e interpretación de las observaciones no participante del taller y sus actividades, y del *focus-group.* Se exponen los significados que emergen de la recolección, tanto los manifiestos como los latentes,

clasificando y codificando los distintos elementos en categorías que representen claramente el sentido.

Resultados

Parte I: *Análisis estadístico descriptivo pre-test*

En este apartado, se exponen y discuten los resultados obtenidos en el pre-test sobre Naturaleza de la Ciencia (Tabla 1). En el análisis, se estableció que una media superior a 2 indica una inclinación hacia una concepción dogmático-positivista, y una media inferior a 2 se acerca más a un racionalismo moderado de las ciencias.

A partir de este primer análisis, podemos afirmar que las EPF se posicionan desde una tendencia más cercana a una concepción dogmático-positivista de la ciencia, donde conciben una actividad científica tradicional, objetiva y neutra (E5), donde no hay cabida a la intuición e imaginación en el proceso de construcción científica (E1). Los enunciados, E8, E9 y E10 corresponden a una visión dogmático-positivista de la actividad científica, en la que las estudiantes, en su mayoría, se sienten identificadas con una ciencia más rígida, estática y absoluta.

Para las EPF el conocimiento científico es un conocimiento objetivo, que se halla encerrado en la naturaleza y sus fenómenos, y sólo es posible acceder paulatinamente a éste por medio de la metodología científica, entendida como sinónimo de rigor, precisión y honradez (Briceño y Benarroch, 2012). Desde esta perspectiva, se prioriza el método científico para alcanzar la verdad o construir el conocimiento, por sobre ideas cercanas a una ciencia creativa, basada en inferencias humanas, la imaginación y creatividad.

En los enunciados referidos a la naturaleza de la ciencia y su enseñanza, es relevante destacar que existen inconsistencias en la manera que piensan la educación en ciencias. Casi la totalidad de las EPF considera que las ciencias tienen un carácter experimental, en donde los párvulos construyen hechos científicos a partir de los hechos del mundo (E3) y que los educadores deben adoptar un modelo de ciencia y su enseñanza fundamentado epistemológicamente una teoría del conocimiento (E6). Sin embargo, asimismo señalan que el párvulo debe aprender la metodología de la investigación científica de manera estructurada (E2) y que los maestros de ciencia deben enseñar el conocimiento verdadero, confiable, definitivo e incuestionable que produce la comunidad científica (E7).

Tabla 1. Medidas de tendencia central del test de Likert en relación a las afirmaciones parcialmente de acuerdo y totalmente de acuerdo subyacentes en cada enunciado del PRE-TEST.

Medidas de tendencia central y dispersión	Dogmático - Positivista						Racionalista-Moderado			
	E2	E5	E7	E8	E9	E10	E1	E3	E4	E6
Media	2,46	3,07	3,25	3,36	3,43	2,46	2,12	1,32	2,19	1,79
Desviación estándar	1,07	0,78	0,7	0,62	0,69	1,07	0,99	0,55	0,83	0,88
Porcentajes	26,3	78,6	92,9	92,9	96,4	53,6	64,3	96,4	67,9	85,7

Fuente: Elaboración propia.

Respecto a lo anterior, se debe clarificar y tener en cuenta que si los niños construyen aprendizajes verdaderamente significativos y adquieren procedimientos relacionados con las ciencias naturales, los aprendizajes posteriores serán más fáciles de incorporar para ellos, mientras que los/as educadores en ciencia podrán favorecer el avance y profundización a través de diversas metodologías y la innovación (Quintanilla, Orellana y Daza, 2011). Con todo, queda de manifiesto que los niños y los científicos tienen mucho en común, ambos son atraídos por objetos variados y por los fenómenos que ocurren en su entorno, en la búsqueda incesante de responder el cómo y el porqué de las cosas (Osborne y Freyberg, 1998).

Observaciones del Taller de Modelización Teórica y sus actividades

Durante la intervención, se pudo constatar que las estudiantes no tenían una idea clara sobre naturaleza de la ciencia, incluso luego de la lectura del documento de base (Adúriz-Bravo, 2005) sobre la implicancia de ésta en la práctica docente. Se evidenció una escasa participación en la sesión, lo que puede ser producto de la ausencia de formación y reflexión en esta dimensión metateórica como fundamento de la práctica docente. Las estudiantes manifiestan dudas en torno a la forma de interpretar y comprender esta dimensión de la naturaleza de la ciencia, ya que consideran que es un ámbito 'demasiado abstracto'. Se ha identificado que a este nivel de formación es más práctico explicar conceptos metateóricos de esta envergadura desde el análisis de propuestas explícitas, como el análisis de una unidad didáctica justificada desde las aportaciones que hace la naturaleza de la ciencia en la enseñanza de la disciplina. Lo anterior es comentado por la profesora luego de finalizar la sesión y las grabaciones.

Respecto del análisis de la resolución de la tarea, cerca de la mitad de las estudiantes reducen la naturaleza de las ciencias a una receta de procedimientos y contenidos útiles en la enseñanza de la ciencia. Algunas ideas que representan lo anterior:

> "Al comprender la naturaleza de la ciencia nos ayuda como docentes a querer investigar más nociones de las ciencias para adquirir conocimientos y habilidades, para luego entregarlas a los párvulos" (EPF 25, SS).

Se reduce Naturaleza de las Ciencias a una receta que ayuda a comprender de una mejor manera la ciencia. Cuando comenta sobre "adquirir habilidades y conocimientos para después entregarlos a sus estudiantes" lo hace desde una posición dogmático-positivista, ya que piensa al docente como el responsable de traspasar o reproducir lo aprendido.

Por otra parte, la otra mitad del grupo manifestó ideas cercanas a una CNC racionalista-moderado. Si bien no hay claridad teórica en los discursos de las estudiantes, estas piensan la Naturaleza de las Ciencias como un aporte al cambio de las creencias científicas de las EPF. Un ejemplo a continuación:

> "... El entender la naturaleza de la ciencia, ayuda a generar cambios en las creencias científicas que posee una educadora de párvulos, proporcionando una mirada diferente para entregar habilidades científicas a los niños de los cuales es responsable". (EPF 08, CA).

Asimismo, creen que lo positivo que puede entregar este conocimiento, es reproducible, "entregable a los estudiantes", lo que deja en claro que sus ideas están en una incipiente transición epistemológica.

Parte II: *Análisis estadístico descriptivo pos-test*

Aquí, se exponen y discuten los resultados obtenidos en el pos-test sobre Naturaleza de la Ciencia (Tabla 2).

Luego de la implementación de los talleres, se observa que hay una ruptura en algunas estructuras previas y en ideas relativas a la ciencia y su enseñanza. Las estudiantes ahora conciben una actividad científica que debe considerar la intuición e imaginación para la construcción de conocimientos científicos (E1) y le dan importancia a la interpretación social e individual de los fenómenos naturales y su estudio (E4).

Es relevante destacar que, cuando los maestros articulan el contenido científico escolar con las experiencias previas de los niños, motivándolos a través del uso de la imaginación y predicción, estos se animan a participar en la construcción de explicaciones, posicionándose como sujetos activos en la construcción de contenidos científicos en el aula o en otro contexto (Rey-Herrera y Candela, 2013).

Si bien las EPF siguen pensando en una ciencia que se configura como una actividad neutral y objetiva (E5, E8. E9) –probablemente por el peso de una visión de la ciencia relegada a especialistas que siguen rigurosos métodos para construir el conocimiento científico–, al percibir las diversas representaciones implícitas emitidas por la docente durante la intervención, en la que enmarca su conceptualización acerca de la construcción del conocimiento científico, su evolución histórica y sus implicancias en la vida diaria, es decir, proyectando su idea de naturaleza de la ciencia, los indicadores muestran que se ha contribuido de alguna forma a modificar la manera en que las estudiantes piensan y pensarán la ciencia (Flores, Gallegos y Reyes, 2007).

Tabla 2. Medidas de tendencia central del test de Likert en relación a las afirmaciones parcialmente de acuerdo y totalmente de acuerdo subyacentes en cada enunciado del POS-TEST.

Medidas de tendencia central y dispersión	Dogmático - Positivista						Racionalista-Moderado			
	E2	E5	E7	E8	E9	E10	E1	E3	E4	E6
Media	2,29	2,86	3,14	3,00	3,00	2,59	1,89	1,29	1,86	1,86
Desviación estándar	1,05	0,85	0,85	0,88	0,90	1,01	0,89	0,55	0,85	0,85
Porcentajes	50,0	71,4	78,6	67,9	75,0	57,1	71,4	96,4	85,7	78,6

Fuente: Elaborado por autores

En síntesis, el análisis estadístico-descriptivo de los resultados nos permite constatar que hay una percepción distinta en la concepción de las estudiantes en casi todos los enunciados. Si bien, aún poseen ideas tradicionales de la ciencia como actividad, la media indica un descenso en la puntuación como también en los porcentajes de las estudiantes que creen en una ciencia rígida, estática, jerarquizada y producto inexorable de la comunidad científica.

Observaciones del focus-group, posteriores a la realización del taller

El protocolo del desarrollo del *focus-group* divide la sesión en tres ejes temáticos respecto de la ciencia y su enseñanza en las primeras edades: rol de la educadora en los aprendizajes científicos, naturaleza de la ciencia, competencias de pensamiento científico y evaluación de los aprendizajes científicos.

Para los efectos de esta investigación se consideran las intervenciones relevantes acerca de la dimensión de naturaleza de la ciencia, respecto de la visión que tiene cada EPF de ciencia, su enseñanza y aprendizaje. A continuación se realiza un análisis sobre las preguntas e intervenciones emitidas:

> **Profesora:** ¿Qué características crees que tiene la ciencia que se enseña en educación parvularia?
>
> **EPF 1:** *Yo creo que la educadora, quizás tiene un concepto amplio de ciencia. Siento que ciencia para los niños no se basa en experimentos tan elaborados, sino que, por ejemplo, podemos experimentar con las habilidades. Solamente con la observación podemos hacer muchas actividades y muchas experiencias de aprendizaje no sólo para esa habilidad.*

En esta intervención, se observa que la EPF realiza una apreciación sobre el estado de la enseñanza de la ciencia, que identifica a partir de sus experiencias personales y de formación en el ámbito de la ciencia durante su avance curricular, relacionadas al conocimiento disciplinar y la visión de ciencia escolar que las educadoras de párvulos adquieren y modelan durante su desarrollo profesional.

Desde su perspectiva, es mucho más valorable desarrollar habilidades científicas a través de actividades ligadas la observación, que desde la lógica de experimentos y el abordaje de una ciencia concebida como una actividad intelectual propia de los científicos y que sólo se concreta a través del método científico. De lo anterior, se puede evidenciar una transición de concepciones, a pesar de las inconsistencias teóricas de su discurso.

> **Profesora:** Interesante porque lo encontramos en nuestras prácticas, en nuestra vida de educadoras. **¿Qué disciplinas crees que pueden contribuir a mejorar los procesos de E-A de las ciencias naturales? ¿Habrá alguna disciplina que contribuya a mejorar los procesos de E-A?**

EPF 2: *O sea, yo creo que va por la biología, la física, la meteorología, la astronomía, todas esas cosas que ayudan al desarrollo de la ciencia. Que se ve como que es algo como para la media, pero por ejemplo, la biología está en los seres vivos, la química está en el cambio de materia. Creo que eso.*

Profesora: Interesante. **¿Qué otras disciplinas creen ustedes? ¿O creen ustedes que esas son, más o menos, las disciplinas que colaboran, mejoran el proceso de E-A de las ciencias?**

EPF 3: *Yo creo que igual lo que tiene que ver con el lenguaje porque siento que nos estamos enfocando en que la ciencia es hacer experimentos y hablar de seres vivos y que los experimentos de la transformación de la materia. Pero igual la ciencia, según lo que a* mí se me quedó del curso.

Profesora: ¿Qué se les quedó? Eso es lo que me interesa saber, ¿cómo se les quedó?

EPF 4: *Siento que igual, el enfoque de ciencia que hizo la... ahora, invita a desarrollar el lenguaje, a que nos interioricemos en esa disciplina.*

EPF 5: *(...) Un complemento de todas las áreas llevarlo a la ciencia, porque se necesita de todo un poco para desarrollar un experimento, no solamente vamos a necesitar el material, tenemos que revisar lo que estamos haciendo, ratificar (...) Todas las disciplinas.*

Respecto a sus CNC, las estudiantes comentan que existen varias disciplinas que pueden contribuir a mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje en ciencia. Si bien no abordan o comentan temas relativos a la historia, sociología o filosofía de la ciencia, se observa que comprenden que otras disciplinas ligadas a la disciplina, pueden constituir un modelo teórico que se complementa con el diseño de experiencias de aprendizajes para la construcción de conocimientos científicos. A modo de síntesis, a través del análisis del *focus-group* se constata que las intervenciones de los talleres han contribuido a modelar nuevos conocimientos sobre la naturaleza de la ciencia, modificando se manera progresiva sus ideas sobre la ciencia, su enseñanza y aprendizaje.

Proyecciones y conclusiones

Para la inclusión de ámbitos de formación inicial relacionados con aspectos metateóricos, tales como la reflexión acerca de la Naturaleza de la Ciencia como fundamento del discurso docente en aula, se han de considerar instancias previas de reflexión conjunta, en el marco de Talleres de Reflexión, realizados previamente

con los/as docentes a cargo de los cursos. Dichas instancias promueven una pertinente organización de las finalidades y actividades a desarrollar en la intervención con las Educadoras de Párvulos en formación (EPF), desde una fundamentación previa, que orienta a repensar desde nuevas perspectivas la ciencia que se concibe y enseña en las primeras edades.

En este aspecto, la propuesta de formación a través de los talleres de modelización –y sus momentos de problematización, teorización y resolución de situaciones problemáticas y evaluación– es pertinente, en tanto que promueven la reflexión docente, previa a la implementación en aula. Asimismo, se señala la pertinencia de documentos orientadores de dicha reflexión, los cuales se conciben como el referente teórico y metodológico de la intervención.

En este contexto de investigación, las EPF evidencian transiciones, de concepciones dogmático-positivistas en torno a la naturaleza de la ciencia hacia concepciones racionalista-moderadas y su implicancia en la educación de párvulos. Sin embargo, dicha transición es compleja y quizá apenas declarativa. Lo anterior, evidenciado desde el análisis estadístico-descriptivo realizado a las estudiantes mediante el cuestionario Likert (baja transición en la puntuación), y la información que emerge de los dispositivos de preguntas abiertas y del *focus-group* (discurso activista, de escasa argumentación teórica). Con base en lo anterior, se plantea la necesidad de profundizar en el estudio mediante seguimiento continuo, que permita determinar qué incidencia se tiene en las prácticas docentes de las EPF sobre la forma en que se enseña la ciencia, y desde qué orientaciones acerca de la naturaleza de la ciencia.

Se ha podido identificar que el análisis de concepciones sobre naturaleza de la ciencia en los procesos de formación profesional docente puede contribuir a mejorar la toma de decisiones sobre lo que aprenden y enseñan las EPF. El desafío se sitúa entonces en la fundamentación y el acompañamiento de las intervenciones en el aula de clase de preescolar.

Referencias bibliográficas

Acevedo, J. A., Vázquez, Á., Martín, M., Oliva, J. M., Acevedo, P., Paixão, F. & Manassero, M. A. (2005). Naturaleza de la ciencia y educación científica para la participación ciudadana. Una revisión crítica. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las ciencias, 121-140.

Alzate, Ó. & Orrego, M. (2009). Aportes de la naturaleza de la ciencia y del contenido pedagógico del conocimiento para el campo conceptual de la educación en ciencias. Revista educación y Pedagogía, 17(43), 9-25.

Adùriz-Bravo, A. (2005). ¿Qué naturaleza de la ciencia hemos de saber los profesores de ciencias? Una cuestión actual de la investigación didáctica.

Aguirre, J. M., Haggerty, S. M. & Linder, C. J. (1990). Student-teachers' conceptions of science, teaching and learning: a case study in preservice science education. International Journal of Science Education, 12(4), 381-390.

Baena Cuadrado, M. (2000). Pensamiento y acción en la enseñanza de las ciencias. Enseñanza de las Ciencias, 18(2), 217-226.

Benarroch, A. & Marín, N. (2011). Relaciones entre creencias sobre enseñanza, aprendizaje y conocimiento de ciencias. Enseñanza de las Ciencias, 29(2), pp. 289-304.

Briceño, J. & Benarroch, A. (2013). Concepciones y creencias sobre ciencia, aprendizaje y enseñanza de profesores universitarios de ciencias. Revista electrónica de investigación en educación en ciencias, 8(1), 24-41.

Carvajal, E. & Gómez, R. (2002). Concepciones y representaciones de los maestros de secundaria y bachillerato sobre la naturaleza, el aprendizaje y la enseñanza de las ciencias. Revista Mexicana de Investigación Educativa, 7 (16), 577-602.

Daza, S., Quintanilla, M., Muñoz, E. & Arrieta, J. (2011). La Ciencia como Cultura y Cultura de la Ciencia: su contribución en el desarrollo de pensamiento científico en los niños. En Daza y Quintanilla (Eds.), La enseñanza de las ciencias naturales en las primeras edades, Vol. 5, pp. 33-58.

Driver, R., Leach, J., Millar, R. & Scott, P. (1996). Young people's images of science. Buckingham: Open University Press.

Fernández, M. T., Bertrán, A. M. T., Ibarra, R. E. P. & Pacheco, A. C. L. (2009). Concepciones de los maestros sobre la enseñanza y el aprendizaje y sus prácticas educativas en clases de Ciencias Naturales. Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas, 27(2), 287-298.

Flores-Camacho, F. (2007). Concepciones sobre la naturaleza de la ciencia de los profesores de biología del nivel secundario. Revista Mexicana de Investigación Educativa, 12(32), 359-380.

Flores, F., Gallegos, L. & Reyes, F. (2007). Perfiles y orígenes de las concepciones de ciencia de los profesores mexicanos de química. Perfiles educativos, 29(116), 60-84.

Garritz, A. (2010). La enseñanza de la ciencia en una sociedad con incertidumbre y cambios acelerados. Enseñanza de las Ciencias, 28(3), 0315-326.

Lederman, N.G. (1992). Students' and teachers' conceptions of the nature of science: A review of the research. Journal of Research in Science Teaching, 29(4), 331-359.

López, A., Flores, F. & Gallegos, L. (2000). La formación de docentes en física para el bachillerato. Reporte y reflexión sobre un caso. Revista Mexicana de Investigación Educativa, 5 (9), 113-135.

Osborne, R. & Freyberg, P. (1998). El Aprendizaje de las Ciencias. Implicaciones de la "Ideas Previas" de los Alumnos. 3era Edición. España: Ediciones NARCEA, S.A. 301p.

Pozo, J. I. (2006). Las concepciones del aprendizaje ante la nueva cultura educativa, en Nuevas formas de pensar la enseñanza y el aprendizaje, pp. 29-54. Barcelona: Graó.

Quintanilla, M., Astroza, M. V. & De la fuente, M. R. (s. f.). Imagen de las metaciencias en la formación inicial de profesores de EGB.

Quintanilla, M., Labarrere, A., Díaz, L., Cuéllar, L., Camacho, J., Saffer, G. & E. Ravanal (2007). El inventario de las Ideas Previas (KPSI) como un instrumento de regulación de los procesos de desarrollo profesional de docentes de ciencias naturales en ejercicio. Boletín de Investigación Educacional, 22, 2, 97–113.

Quintanilla, M., Orellana, M. & Daza, S. (2011). La ciencia en las primeras edades como promotora de competencias de pensamiento científico. En Daza y Quintanilla (Eds.), La enseñanza de las ciencias naturales en las primeras edades, Vol. 5, pp. 59-82.

Rey-Herrera, J. & Candela, A. (2013). La construcción discursiva del conocimiento científico en el aula. Educación y Educadores, 16(1), 41-65.

Scandroli, N. & Rocha, A. (2002). Las concepciones de ciencia en docentes de enseñanza general básica (EGB) Un diagnóstico/EGB teachers' conceptions on science. A diagnosis. Journal of Science Education, 3(1), 38.

Tobin, K. & Campbell, M. (1997). Beliefs about the Nature of Science and the Enacted Science Curriculum. Science & Education, 6, 355-371.

Van Driel, J.H., Bulte, A.M.W. & Verloop, N. (2007). The relationships between teachers' general beliefs about teaching and learning and their domain speci Þc curricular beliefs. Learning and Instruction. 17, pp. 156-171.

Vázquez-Alonso, A., Acevedo-Díaz, J. A. & Manassero-Mas, M. A. (2004). Consensos sobre la naturaleza de la ciencia: evidencias e implicaciones para su enseñanza, en Revista Iberoamericana de Educación.

Capítulo 3

Ideologías curriculares en la formación en Ciencias Naturales del Educador de Párvulos

David Valenzuela
david.valenzuela.z@gmail.com
Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Chile

Contenido

- Resumen
- Introducción
- Justificación teórica
- La importancia de la enseñanza de las ciencias naturales y la educación parvularia
- Marco conceptual
  Currículo e Ideología
  Las cuatro ideologías curriculares
- Categorías para el análisis de las ideologías curriculares
- Diseño metodológico
  Descripción de la muestra
  Desarrollo
- Proyecciones y conclusiones
- Referencias bibliográficas
- Agradecimientos

Resumen

La formación inicial del Educador de Párvulos no es un asunto accesorio, sino una problemática social, actual y contingente a la realidad que vive el país y Latinoamérica. Los cambios curriculares, no resultan en la mayoría de los casos de una retroalimentación de las evaluaciones de rendimiento o de las investigaciones, sino más bien de un debate ideológico y/o una alternancia política. La formación en Ciencias Naturales que recibe el futuro Educador de Párvulos tampoco es la excepción, partimos del supuesto que todos portamos una ideología, entendida como una filosofía, una manera de pensar como debieran ser y funcionar las cosas, una forma de ser y estar en el mundo. Las decisiones, por lo tanto, con respecto a la formación inicial del Educador de Párvulos son producto de una lucha ideológica o la imposición de una.

Este capítulo presenta los hallazgos, conclusiones y reflexiones de un estudio exploratorio sobre las ideologías curriculares que conviven y portan los principales protagonistas y responsables de la formación en Ciencias Naturales del futuro Educador de Párvulos. Esta investigación de tesis de maestría se enmarcó en el desarrollo del proyecto FONDECYT N°1150505 "Identificación, caracterización y promoción de competencias de pensamiento científico en educadoras de párvulos en formación" que dirige el Dr. Mario Quintanilla.

Introducción

Este capítulo resume los resultados de una investigación de tipo exploratoria que aplica la teoría de las ideologías curriculares a la formación en ciencias del Educador de Párvulos, pues se entiende que la gestión del currículum, como también su implementación no es neutra, sino por el contrario, lleva consigo una carga epistemológica e ideológica que es necesario concientizar por quienes tienen la responsabilidad de la formación del futuro Educador de Párvulos y que pocas veces se considera en los procesos de implementación, gestión y adaptación curricular. La situación anterior no sólo compromete a las Ciencias Naturales sino a toda la trayectoria curricular que experimentan los futuros educadores de párvulos en las distintas asignaturas.

Este estudio tiene por objetivo develar las ideologías curriculares presentes en la carrera de educación de párvulo de una universidad de Chile, de manera de esclarecer desde este caso la forma en que influyen y cómo estas pueden ser un aporte a la mejora de la formación inicial en ciencias, la que como evidencia la

literatura y los estudios a nivel nacional es una de las más débiles en la formación del Educador de Párvulos. Invitamos al lector a repensar su labor, sobre todo si tiene a otras personas a su cargo, o si debe llegar acuerdos y consensos con otros actores del sistema educativo.

El capítulo se inicia con una breve descripción sobre la formación inicial en ciencias del Educador de Párvulos, como también sobre la enseñanza y aprendizaje en la primera infancia, considerando el panorama a nivel nacional como internacional. Enseguida, se describe el marco teórico de las ideologías curriculares (Schiro, 2008) y el diseño metodológico usado, se muestran algunos resultados, como estos hallazgos aportan a la formación inicial del Educador de Párvulos y a la toma de decisión por parte del equipo directivo responsable de la formación. Finalmente se enuncian algunas proyecciones, desafíos y conclusiones finales.

Justificación teórica

Las investigaciones y estudios internacionales demuestran la importancia de la educación en la temprana infancia (Farkas & Ziliani, 2006; Enciso, Katz, Kiefer, Price-Dennis & Wilson, 2010; Villalón, Suzuki, Herrera & Mathiesen, 2002) donde la calidad de la educación recibida por los niños y niñas tiene una gran influencia en los resultados futuros, tanto en las habilidades que logran desarrollar (Barnett, 1995; Eshach & Fried, 2005; Vandell, Belsky, Burchinal, Steinberg & Vandergrift, 2010) como también en la superación de inequidades que se ha comprobado son difíciles de resolver más tarde (Sharma, Sen & Gulati, 2008; Pearson & Rao, 2006; Marshall, Creps, Burstein, Roberts, Glantz & Wagner, 2004; Farkas & Ziliani, 2006). La necesidad de fortalecer la educación durante la primera infancia es un tema prioritario para el Ministerio de Educación de Chile (MINEDUC, 2012) y el Educador de Párvulos (E.P), como profesional responsable de ese nivel, tienen un rol protagónico y fundamental en la configuración de la sociedad, sus contextos, el desarrollo, resultados e impacto a mediano y largo plazo en la vida de las personas (MINEDUC, 2005). El rol que tiene el E.P en Chile, definido por la Ley 20.370, Art. 18[1] expone que este profesional debe:

> "…*favorecer de manera sistemática, oportuna y pertinente el desarrollo integral y aprendizajes relevantes y significativos en los Párvulos, de acuerdo a las bases curriculares que se determinen en conformidad a esta ley, apoyando a la familia en su rol insustituible de primera educadora*".

1 Ley del estado chileno n° 20.370 publicada el 12 de septiembre de 2009, que lleva por título Ley General de Educación (LGE).

Para el año 2013 el 38% de estos profesionales provenían de institutos profesionales; la matrícula para ese año fue de 15.486 estudiantes con un puntaje promedio de corte de 500 puntos, como lo indican las estadísticas del Consejo Nacional de Educación (CNED); a lo anterior se agrega que el 19% de los programas de estudios de E.P exigía como requisito, sólo la PSU rendida (educación 2020, 2014). Una de las medidas tomadas por el gobierno central para cambiar el escenario anterior, fue el dictamen del 13 de junio de 2014 que hiciera la Contraloría General de la República que prohibió a los institutos profesionales seguir impartiendo la carrera de Educación de Párvulos desde que entrara en vigencia la ley 20.370[2] . En esa misma línea de acción el estado chileno desarrolló iniciativas como la *Beca Vocación de Profesor* para atraer jóvenes talentosos a las carreras de pedagogías, convenios de desempeños[3] para fortalecer las transformaciones necesarias del currículum, la creación de la prueba INICIA para regular la calidad de los programas y evaluar las habilidades y conocimientos de los egresados de la carrera de pedagogía; a lo anterior se suma la elaboración de los estándares orientadores para carreras de educación parvularia (MINEDUC, 2012). Este documento entregó orientaciones claras y precisas sobre contenidos disciplinares y aspectos pedagógicos que debe dominar todo E.P al finalizar sus formación inicial. Con el mismo fin y como una forma de fortalecer la carrera de educación de párvulos, la presidenta Michelle Bachelet firma el decreto que crea la Subsecretaría y la Intendencia de Educación Parvularia (Chile, 2015)[4].

Según datos recogidos de la Comisión Nacional de Educación, la matrícula en la carrera de Educación Parvularia a nivel nacional en el año 2017 era de 10.900 estudiantes, valor que está muy por debajo de los 16.366 matriculados en el año 2011 como máximo valor en los últimos 12 años (CNED, 2017). Esta tendencia a la baja quizás sea producto de las políticas públicas que se han implementado, como también los bajos sueldos que perciben estas profesionales y las condiciones de trabajo (Adlerstein & Pardo, 2015).

2 El Dictamen tiene el número 43184. Recuperado de: http://www.contraloria.cl/appinf/LegisJuri/DictamenesGeneralesMunicipales.nsf/DetalleDictamen?OpenForm&UNID=4A5F697B8E22C09384257CFA007DCAF8#

3 Un Convenio de Desempeño (CDs) es un contrato entre el Estado y las IES por medio del cual éstas comprometen desempeños notables que impliquen un significativo mejoramiento institucional, que por sí sola no habrían podido lograr. (MINEDUC, 2015).

4 LEY Nª 20.835, crea la Subsecretaría de Educación Parvularia, la Intendencia de Educación Parvularia y modifica diversos cuerpos legales, recuperado de: http://bcn.cl/1qoyr

Estudios e investigaciones sobre la formación inicial del E.P a nivel nacional han evidenciado una gran heterogeneidad en los programas de formación; sólo dos cursos de un total de 78 que poseen en promedio las mallas se dictan en todas las carreras de Educación de Párvulos a nivel nacional (Huidobro, 2008). Otros investigadores también hacen referencia a la escasa investigación en el área de las competencias que fomenta la E.P y lo emergente de este campo de estudio (Adlerstein, Pardo, Díaz & Villalón, 2016), estudios principalmente abordado desde el análisis de variables estructurales (Tietze, Castro, Viernickel & Herrera, 2010) y desde la enseñanza del lenguaje y las Matemáticas (Falabella & Rojas, 2008) dejando inexploradas otras como las Ciencias Naturales.

La importancia de la enseñanza de las Ciencias Naturales y la Educación Parvularia

Las Ciencias Naturales hoy en día están presentes en todas las actividades del hombre, vivimos en una sociedad altamente tecnológica y científica, teniendo un rol fundamental en el sistema productivo y la vida cotidiana de las personas. La población necesita de una cultura científica-tecnológica para aproximarse y comprender la complejidad y globalidad de la realidad contemporánea (Macedo & Nieda, 1997). La importancia de impartir una educación científica en todos los niveles de enseñanza, brindando la posibilidad de formar permanentemente el carácter científico es un derecho de los niños (UNESCO, 1999). La conferencia llevada en Budapest, Hungría (UNESCO, 1999) entre sus conclusiones nos indica que si una persona no recibe una Educación Científica adecuada está siendo privado de un derecho, al respecto se señala:

> "*…que el acceso al saber científico con fines pacíficos desde una edad muy temprana forma parte del derecho a la educación que tienen todos los hombres y mujeres, y que la enseñanza de la ciencia es fundamental para la plena realización del ser humano, para crear una capacidad científica endógena y para contar con ciudadanos activos e informados*" (p. 8).

Por otra parte, los resultados de los estudiantes finlandeses en pruebas internacionales como PISA y TIMMS ha sido excelente, investigaciones muestran que uno de los factores más importante que lo explica es la gran calidad de la educación científica en la Educación Primaria (Cofré, H., Camacho, J., Galaz, A., Jiménez, J., Santibáñez, D., & Vergara, C., 2010).

Por lo tanto, la ciencias como un derecho de los niños, la importancia que tiene la enseñanza de las ciencias en los primeros años con su correspondiente desarrollo

de habilidades y competencias tanto presente como futuras, son dos grandes desafíos que se plantean para el contexto nacional, y donde el E.P tiene una gran responsabilidad, protagonismo e impacto la enseñanza de las Ciencias Naturales como primera aproximación de los niños y niñas; sin embargo, pareciera que esta importancia en la formación inicial es poco considerada. En el marco de este Proyecto Fondecyt, el grupo de investigadores realizó una revisión de las 25 universidades del Consejo de Rectores y se evidenció que 18 de ellas imparten la carrera de Educación de Párvulos, 15 de ellas ofrecen algún curso relacionado con las Ciencias Naturales, también se observó que 6 de ellas tienen integrado el curso con otra disciplina (matemáticas y ciencias sociales); estas debilidades, por su parte, se fortalecen con la escasa investigación sobre la calidad de los programas de la formación inicial e investigaciones en el área de las Ciencias Naturales en este nivel (Adlerstein & Pardo, 2015; Daza & Quintanilla, 2011; Merino, Olivares, Navarro, Ávalos, & Quiroga, 2014). También se ha evidenciado que la enseñanza de las ciencias, tanto en el nivel escolar como universitario, ha sido desde una visión empírica-inductivista, ateórica, rígida (algorítmica, exacta, infalible…), aproblemática y ahistórica, exclusivamente analítica, acumulativa, de crecimiento lineal, individualista, elitista y socialmente descontextualizada (Fernández, Gil, Carrascosa, Cachapuz, & Praia, 2002). Esta imagen de ciencia, de su enseñanza y evaluación a nivel pre escolar sigue la misma línea empírica inductivista (Carrasco, Quintanilla, & Labarrere, 2005; Cofré *et al*., 2010; Merino, Magna, Olivares, & Quiroga, 1992; Merino *et al*., 2014), se evidencia que los contenidos científicos son enseñados mayoritariamente por el educador o educadora de párvulos mediante la explicación y la formulación de preguntas; se percibe un modelo epistemológico de enseñanza-aprendizaje de tipo academicista, una enseñanza descontextualizada desvinculada del mundo real y cotidiano de los niños y niñas (Carrasco *et al*., 2005) mientras que los ejercicios infantiles más recurrentes en esta etapa, son la observación de la naturaleza, el gusto y fascinación por los animales, cuya forma de aproximarse es mediante la manipulación directa como manifiesta Carrasco *et al*. (2005).

Con lo anterior nos surgen las siguientes interrogantes: ¿Por qué los profesores responsables de la enseñanza de la ciencia no reciben una formación acorde a la forma de enseñanza, ni a la idea de ciencia que deben trasmitir a los estudiantes? ¿Por qué la formación en Ciencias Naturales recibida en la universidad poco se relaciona con lo que debe hacer el E.P en la práctica? ¿Para qué se enseña Ciencias Naturales? ¿Cuáles son los propósitos de la formación inicial en ciencias del E.P?

Considerando estos antecedentes y estas interrogantes, esta investigación se centró en los profesores que son responsables del aprendizaje de los futuros

Educadores de Párvulos, en cuanto a los conocimientos y habilidades científicas que éstos logren desarrollar, pues partimos de la hipótesis que profesores de calidad y con buen dominio disciplinar logran mejores resultados académicos.

Los estudios llevados a cabo a nivel nacional se han centrado en el análisis de variables estructurales y son principalmente de corte cualitativo, hemos querido contribuir a este campo, pero desde lo cualitativo, analizando de manera exploratoria las ideologías curriculares en el procesos de formación del Educador de Párvulos, y cómo conviven éstas entre los distintos actores, incluyendo a los actores responsables de la formación y los documentos oficiales en los que se declara las habilidades y conocimientos que debe desarrollar el futuro Educador de Párvulos. Para ello nos hemos apoyado en la teoría crítica del currículum, específicamente al marco conceptual desarrollado por Michael Schiro (2008).

Marco conceptual

Currículum e ideología

El currículum tiene implícitas motivaciones económicas, políticas, culturales y sociales, es un "escenario de confrontación ideológica y de lucha política, el currículo escolar y también el universitario refleja intereses ideológicos, religiosos, profesionales, económicos, corporativos y estrictamente académicos" Moreno (2006, pp. 316-317). Para Bernstein (1989), el currículum se preocupa de la selección, organización, clasificación y distribución del conocimiento. Desde esta perspectiva, el estudioso del currículum debe plantearse las preguntas: i) Quién o quiénes selecciona(n), organiza(n), clasifican, distribuye(n) el conocimiento, y ii) Cómo se selecciona, organiza, clasifica, distribuye, y para qué se distribuye, organiza y clasifica el conocimiento. Althusser (2003) nos dice que "la escuela (y la universidad) enseña las 'habilidades' bajo formas que aseguran el sometimiento a la ideología dominante o el dominio de su práctica".

Para esta investigación nos posicionamos desde la teoría crítica del currículum y entendemos lo ideológico, desde Schiro (2008), como un conjunto de ideas, una visión completa, una forma de ver las cosas, o una visión de mundo que encarna la manera en que una persona o un grupo de personas creen que debería organizarse y funcionar el mundo.

El autor nos plantea cuatro ideologías o visiones sobre el currículum, las que defienden propósitos muy distintos para la educación y proponen métodos muy diferentes para lograrlo. A pesar de que estas nociones fueron desarrollas

pensando en la enseñanza de las escuelas, hemos querido ampliar el campo hacia la formación inicial de profesores, pues ella también obedece a ideologías que se traducen en el currículum, en motivaciones políticas, económicas, institucionales y de poder.

Las cuatro ideologías curriculares

Las cuatro ideologías propuestas tienen creencias propias sobre el tipo de conocimiento que debiera enseñarse en la formación inicial, la naturaleza inherente del E.P, y la forma como los profesores deberían instruir a los estudiantes y evaluar sus competencias. Cada ideología propuesta tiene su propio sistema valórico, su idea sobre el propósito de la educación y la formación de profesores, como también sus propios significados y marcos conceptuales.

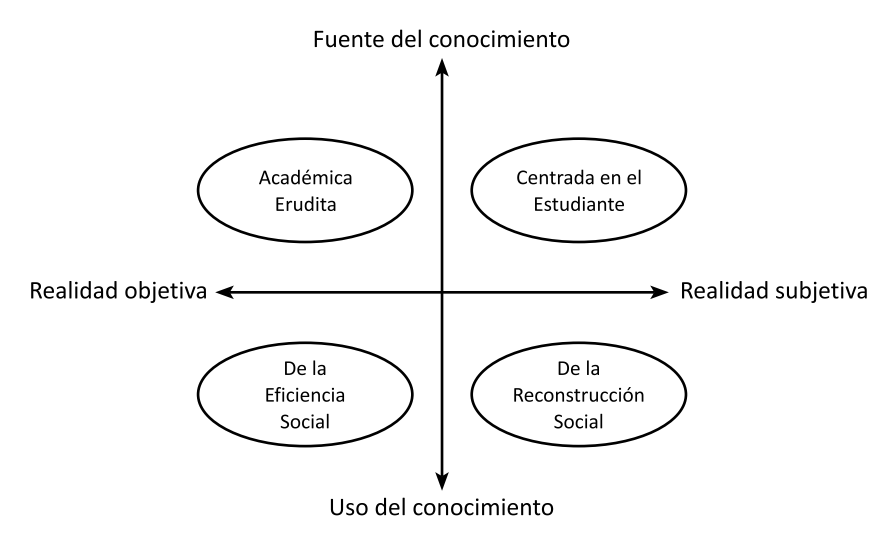


Figura 1: Tendencia respecto de la realidad y la Fuente del conocimiento

Ideología Académica Erudita: Los seguidores de este tipo de ideología, piensan que la sociedad ha acumulado conocimiento importante y que ha sido organizado de acuerdo a las disciplinas universitarias. El propósito es que el estudiante llegue a conocer una disciplina en profundidad, aprender su contenido, marcos conceptuales y modos de pensamiento. Los estudiantes, según el autor, deberán ser mini-eruditos, capaces de presentar el conocimiento de forma clara y precisa. El currículum debe reflejar la esencia de la disciplina.

Ideología de la Eficiencia Social: Según esta ideología, la educación debe responder con eficiencia las necesidades de la sociedad, de manera que sus

conocimientos y habilidades estén alineados con lo que se necesitará en el trabajo y en la vida diaria para vivir de manera productiva y perpetuar el funcionamiento de la sociedad. La esencia de la formación son las competencias y las actividades que es capaz de realizar el estudiante, se educa haciendo que éste practique las funciones que en un futuro realizará, debe adquirir un comportamiento que esté alineado con el currículum y así resolver las necesidades de la sociedad. Los partidarios de esta ideología piensan que la primera labor de los educadores que apoyan la Eficiencia Social es determinar las necesidades de la sociedad o clientes, de manera que son la base en la construcción de los perfiles de egreso y el currículum; son la guía para la formación, la adquisición de destrezas y conocimientos. Por lo tanto, las actividades deben producir como efecto la reacción y respuestas esperadas por el cliente (sociedad).

Ideología Centrada en el Estudiante: Ella entiende que lo principal es el estudiante, las necesidades y preocupaciones del individuo. La educación debe ser lugar para disfrutar, permitiendo que las personas se desarrollen naturalmente de acuerdo a su naturaleza innatas. El objetivo de la educación es el crecimiento de cada individuo, en equilibrio con sus capacidades, la sociedad, emociones y su físico. Las personas tienen en sí la capacidad para crecer y creen que tienen en sí todo el potencial para desarrollarse; son ellos mismos la fuente del conocimiento y del propio currículum, por lo tanto la educación debe sacar del estudiante lo mejor de él, es facilitadora de su crecimiento intelectual, social y personal; el aprendizaje es, entonces, una interacción con el ambiente, produciendo significado para él; así, el profesor formador debe crear esos ambientes y contextos que permitan al estudiante desarrollarse y crecer.

Ideología de la Reconstrucción Social: Quienes abrazan esta ideología son aquellos conscientes de los problemas de nuestra sociedad y de las injusticias producidas por las desigualdades raciales, sociales, económicas y de género. La educación es, entonces, entendida como un instrumento por el cual se facilita la construcción de una nueva sociedad, que sea más justa, que disminuya las desigualdades y pueda producir una movilidad social en la población. Sus partidarios suponen que nuestra sociedad no es justa, se debe hacer algo para que la sociedad cambie y no se destruya a sí misma, la sociedad debe reconstruirse bajo una visión ideal de sociedad. Por lo tanto, los profesores en formación deben primeramente hacerse conscientes de esta condición de la sociedad, para luego aprender herramientas que le permitan educar en esa dirección, rectificar la condición social actual y finalmente reconstruir la cultura de los miembros de la sociedad, para que logren máxima satisfacción material, espiritual e intelectual.

Categorías para el análisis de las ideologías curriculares

Para el estudio de las ideologías curriculares, Schiro (2008) trabajó con seis categorías, las que comparó con cada una de las ideologías Curriculares antes mencionadas. A continuación, detalla brevemente cada una de ellas.

La finalidad u objetivo de la formación: Los educadores y la institución formadora tienen objetivos profesionales que dan sentido a su labor, identifican un tipo de cliente o modelos ideales bajo el cual trabajan, tienen creencias sobre los intereses de los estudiantes y creencias propias que se confrontan con las de los propios estudiantes.

- El objetivo de los *Académicos Eruditos* es perpetuar la existencia de una disciplina de manera literal. Se ven a sí mismos como personas que trabajan dentro de sus disciplinas académicas, de manera que sus esfuerzos de construcción curricular coincidan con la comunidad académica.
- Los partidarios de la *Eficiencia Social* tienen como objetivo ejecutar una tarea para un cliente, con frecuencia la sociedad de forma eficiente y científica, se ven a sí mismo como de manera imparcial, cuyos intereses defieren al de los clientes, los intereses creados tienen relación con cuán eficiente y científicamente cumplen con su tarea.
- Los educadores que defienden la educación *Centrada en el Estudiante* buscan estimular el crecimiento de las personas, de manera de generar significado, satisfacer sus necesidades y alcanzar sus intereses. Incluye el objetivo de estimular el crecimiento de los propios desarrolladores curriculares y el de los maestros. Ellos se ven a sí mismos como responsables y servidores del crecimiento de los estudiantes. Sus intereses son idénticos a los del estudiante.
- La finalidad de la *Reconstrucción Social* es eliminar los aspectos indeseables de la cultura, intentan reconstruirla de manera que sus miembros alcancen la satisfacción de sus necesidades materiales y espirituales. Los agentes de esta ideología se ven a sí mismos como luchadores de los postergados, tienen el ideal de una sociedad futura mejor, por lo tanto, muchas veces sus intereses difieren de la sociedad para la cual trabajan. Los educadores intentan cambiar esta diferencia de opinión por medio de la educación.

Concepción de Conocimiento: Es la concepción más valiosa para el currículum. Son posturas respecto a su naturaleza, a las habilidades que desarrolla la persona, sobre la fuente del conocimiento, la génesis de la autoridad y la verificación de la verdad del conocimiento.

- Los *Académicos Eruditos* creen que la naturaleza del conocimiento consiste en aseveraciones didácticas y modos de pensamiento que corresponden a las tradiciones intelectuales de las disciplinas académicas. El conocimiento posibilita al niño la capacidad de entender la fuente de una realidad objetiva que se interpreta por medio de las disciplinas, la verdad se verifica a través de un método de congruencias que evalúa el grado en que se refleja la esencia de la disciplina a la que pertenece.
- Los educadores a favor de la *Eficiencia Social* creen que la naturaleza del conocimiento es su potencial para llevarse a la acción. El conocimiento les da a los niños la capacidad de hacer cosas. Se origina la realidad objetiva y normativa, mediada por la interpretación de los miembros de la sociedad. Su autoridad proviene del impacto que tiene en la perpetuación de la sociedad, al entregarles a los individuos las habilidades que necesitan para funcionar dentro de la sociedad. Su verdad se verifica mediante un método de congruencia que evalúa su correspondencia con la realidad empírica interpretada por los miembros de la sociedad.
- Los educadores *Centrados en el Estudiante* creen que el conocimiento valioso toma la forma de significados personales. Éste les da a los alumnos la capacidad de alcanzar su máximo nivel de auto-actualización. Se origina en la experiencia directa de los individuos con su mundo y con su propia auto-expresión creativa en respuesta a la experiencia, mediada esta última por sus necesidades y su estructura de personalidad. Su autoridad se relaciona con el significado que tiene para quien lo ha adquirido. Su verdad puede verificarse por medio del entendimiento personal de sus poseedores. La adquisición de conocimiento no es una preocupación clave para los educadores de esta tendencia, es un primer derivado del aprendizaje y un segundo derivado del crecimiento, ambos más importantes que el conocimiento.
- Los *Reconstruccionistas* Sociales creen que el conocimiento curricular valioso toma una forma que expresa tanto verdad como valor: inteligencia junto con una postura moral. El conocimiento les da a los niños la posibilidad de interpretar y reconstruir su sociedad. Se origina en las interpretaciones de los educadores (y, mediante éstas, en las interpretaciones de los niños) sobre el pasado, el presente y el futuro de la sociedad. Su autoridad parte de las visiones de los educadores (y, a través de ellas, de las interpretaciones de los niños) sobre la futura sociedad ideal. La verdad del conocimiento se verifica por medio de las convicciones de los educadores sobre la capacidad de éstos de mejorar la sociedad actual considerando la sociedad ideal del futuro.

Concepción de Aprendizaje: Dependiendo de la ideología a la que adhieren, los educadores tienen posturas diferentes con respecto al aprendizaje.

- Los *Académicos Eruditos* ven el aprendizaje desde la perspectiva del transmisor de lo que se va a aprender –el agente activo primario durante el aprendizaje– y no desde el punto de vista del receptor.
- Los partidarios de la *Eficiencia Social* consideran que el aprendizaje es un proceso mediante el cual el comportamiento de los estudiantes es moldeado por un agente externo a éstos. Los educadores a favor de esta ideología creen que el aprendizaje ocurre cuando un cambio en la organización mental se manifiesta como un cambio de comportamiento.
- Los educadores *Centrados en el Estudiante* ven el aprendizaje como un subproducto del crecimiento, durante el cual los estudiantes crean significado a través de la autoexpresión creativa que resulta de interactuar orgánicamente con su entorno de forma congruente con su naturaleza interna.
- Los *Reconstruccionistas Sociales* consideran que el aprendizaje consiste en inculcarles a los niños una forma de ver los eventos sociales a través de una inteligencia apuntada a la visión de una sociedad ideal en el futuro. Esta inteligencia les permite aprender cosas relacionándolas.

Concepción de Niño: La forma en que los educadores perciben a los niños y cómo insertan estas percepciones en su currículum dice mucho sobre su concepción sobre la educación.

- Los *Académicos Eruditos* ven a los niños como neófitos dentro de la comunidad jerárquica de las disciplinas académicas. Los niños son percibidos como carentes de algo que existe fuera de sus mentes y dentro de la disciplina de los educadores, algo que la disciplina puede transmitir a sus mentes. Los educadores se enfocan en dos propiedades de la mente de los niños: la memoria (que puede ser llenada) y la razón (que puede ser entrenada).
- Los educadores a favor de la *Eficiencia Social* ven la niñez como una etapa de aprendizaje cuyo valor radica en llegar a la adultez. Es en la adultez que las personas son vistas como miembros constructivos de la sociedad. Los niños son considerados como materia prima que se debe moldear para obtener productos finales con capacidades de comportamiento bien desarrolladas. Los educadores se centran en las capacidades para la acción de los niños más que en los niños como actores de su mundo.

- Los educadores *Centrados en el Estudiante* ven a la persona completa como un organismo integrado dotado de bondad natural, agente auto-impulsado de su propio crecimiento y como un creador auto-activado de significado. Estos educadores se concentran en las personas más que en sus acciones o atributos, y en el carácter único de los individuos en el presente más que en cómo podrían llegar a ser en el futuro. Les preocupan los procesos internos de las personas, tales como la salud mental y la autoestima, y se expresan como si pudieran visualizar el funcionamiento interno de las mentes de otros durante su desarrollo intelectual, social y emocional.
- Los *Reconstruccionistas Sociales* ven a las personas como seres sociales, cuya naturaleza es definida por la sociedad en la que viven. Por consiguiente, se interesan en los niños como miembros de la sociedad en proceso de maduración, que pueden actuar sobre ésta para redefinir su propia naturaleza y la de su sociedad.

Concepción de Enseñanza: Los educadores tienen distintas visiones sobre los profesores y la enseñanza.

- Los *Académicos Eruditos* consideran que la enseñanza es aquella función de su disciplina encargada de iniciar a los recién llegados, transmitiéndoles el conocimiento adquirido. Los maestros son vistos como autoridades llamadas a insertar el conocimiento de una disciplina en las mentes de los niños de la manera prescrita en el currículum.
- Los educadores a favor de la *Eficiencia Social* ven al profesor como un gerente o supervisor de los niños mientras utilizan condiciones de aprendizaje y materiales diseñados por un desarrollador curricular. Se espera que los maestros sigan estrictamente las instrucciones entregadas por el currículum. Éstos deben preparar el entorno en el que los estudiantes aprenden, y los supervisan en ese proceso.
- Los educadores *Centrados en el Estudiante* estiman que los profesores son ayudantes para individuos en crecimiento. Su tarea es doble: facilitar el crecimiento de los estudiantes, entregándoles experiencia a partir de la cual puedan generar significado, e intervenir entre los estudiantes y su experiencia de modo de facilitar su crecimiento. Los maestros escogen la experiencia y las formas de intervención entre las presentadas en el currículum para adaptarse a las necesidades individuales de cada alumno.
- Los *Reconstruccionistas Sociales* creen que la enseñanza supone guiar a los niños para que se aculturen de acuerdo con las formas de saber y actuar correspondientes a la visión del educador sobre la sociedad ideal del futuro. Los profesores deben actuar como acompañantes de los niños, al tiempo

que los moldean empleando presiones grupales y el medio a través del cual los niños aprenden.

Concepción de Evaluación: Los educadores difieren en cuanto a sus posturas sobre la evaluación.

- Los *Académicos Eruditos* evalúan el éxito de sus estudiantes mediante el uso de instrumentos estadísticos objetivos, diseñados para medir el grado en el que pueden re-presentar lo que se les ha transmitido. Los estudiantes son evaluados con respecto a estándares *a posteriori*, con los que pueden ser clasificados dentro de la jerarquía de la disciplina. Los expertos evalúan los currículos para determinar cuán bien reflejan la esencia de la disciplina y preparan a los estudiantes para continuar trabajando dentro de ella.
- Los educadores a favor de la *Eficiencia Social* evalúan currículos y estudiantes de manera atomística, empleando un estándar a priori basado en valores normativos. Evalúan para realizar un control de calidad científico. Con este fin, emplean un criterio binario que determina la aceptación o rechazo (pase o fracaso) de lo que evalúan.
- Los educadores *Centrados en el Estudiante* intentan usar la evaluación sólo en beneficio de la persona o el currículo que se evalúa. La evaluación toma un cariz reflexivo y carece de “carga moral”. La intención es permitir que los evaluados, ya sean estudiantes, profesores o desarrolladores curriculares, aprendan de sus errores. Se cree que la retroalimentación evaluativa debería provenir directamente de los materiales con los que los evaluados interactúan, y no de una autoridad externa.
- Los *Reconstruccionistas Sociales* evalúan currículos y alumnos desde una perspectiva subjetiva y holística, que considera las situaciones sociales en las que existen. Para comparar las posturas de los educadores sobre la evaluación, debe hacerse una diferencia entre la evaluación de estudiantes y la de currículos.

Diseño metodológico

Esta investigación es un estudio de caso como diseño de investigación (Neiman & Quaranta, 2006), fundamentado en la metodología cuali-cuanti o también llamada *mixed methods*. Para ello tomaremos como principal referente a John W. Creswell (2014). Asumiremos que cada método, el cualitativo o el cuantitativo, proveen diferentes tipos de datos e información, donde cada uno tiene sus limitaciones y fortalezas (Onwuegbuzie & Teddlie, 2003, p. 352), pero que combinados y mezclados nos pueden ayudar a comprender en mayor profundidad el problema planteado.

Dentro de la clasificación de diseños que hace Creswell & Clark (2011) para la metodología mixta, se optó por un diseño explicativo secuencial "*Explanatory Sequential Mixed Methods Design*"; éste se caracteriza porque ambos datos (cuantitativos y cualitativos) son develados por separado, pero conectados entre sí. Primeramente, se toman los datos cuantitativos, para luego, a partir de los resultados, construir la segunda fase de tipo cualitativa y de profundización. El método mixto de análisis no depende del diseño particular de investigación que es empleado. Este diseño-independiente es una característica del análisis de la metodología mixta; aunque sin duda las metodologías cualitativa y cuantitativa tiene diferencias epistemológicas, las que se mantienen en la justificación y procedimiento, esto no influye en los análisis donde no subyacen diferencias epistemológicas (Onwuegbuzie & Teddlie, 2003, p. 352).

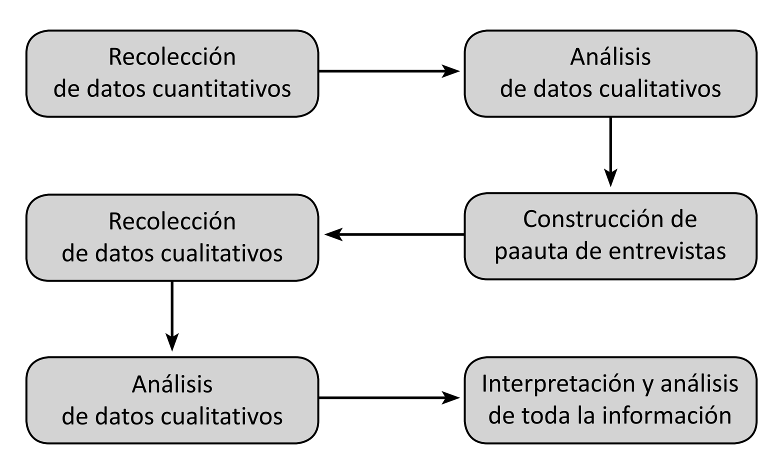


Figura 2: *Secuencia de diseño (Creswell, 2009)*

Se optó por este tipo de paradigma y diseño metodológico porque permitía tener una mirada general, pero también específica, del objeto de estudio. La escasez de estudios acerca de la formación inicial de profesores, y específicamente de E.P, desde el campo de las ideologías curriculares y lo poco explorado nos hicieron inclinar por este método.

Se consideró, en la primera fase, aplicar el cuestionario propuesto por Schiro (2008) e identificar las ideologías y predominancias en cada informante; luego, a partir de la información cuantitativa se diseñaron las entrevistas en profundidad para cada informante y así ahondar en la ideología curricular predominante en las dimensiones de enseñanza, evaluación, objetivos de la carrera, concepción de aprendizaje en ciencia, concepción de conocimiento científico y concepción sobre el estudiante. También se buscó develar vivencias personales que hicieran

pensar de cierta manera a los profesores ante ciertas categorías, y profundizar en la forma como estas ideologías también coexisten e influyen en la adecuación curricular, gestión e implementación curricular y en los procesos de negociación en los que participan los profesores formadores.

También se analizó el perfil de egreso y los programas de estudio de las asignaturas de Ciencias Naturales mediante el uso del programa Atlas Tic; se codificó y analizó la densidad de códigos presente en cada uno de los instrumentos y las entrevistas realizadas, como también la coherencia, alineación entre los documentos curriculares y el discurso de los profesores.

Descripción de la muestra

Los sujetos de investigación son los profesores responsables de la formación en Ciencias Naturales en la carrera de EP de una universidad chilena, los que imparten los cursos de: Pensamiento Científico del Niño y su Didáctica y Ciencias Naturales. También es sujeto de estudio la Jefa de Carrera, por su rol y por la responsabilidad que le compete en la gestión y negociación curricular con los otros actores. Así, la muestra total estuvo compuesta por la Jefa de Carrera de Educación de Párvulos y tres profesores: un Profesor de Didáctica, un profesor de Biología (Prof. I) y otro de Física (Prof. II), que imparten el ramo téorico-experimental de la formación general en ciencias. Cabe mencionar que uno de los profesores se negó a dar la entrevista y sólo participó de la escala de la valoración *on-line*. En general los informantes claves de esta investigación fueron de fácil acceso para el investigador, y la carrera de E.P además participaba en el proyecto FONDECYT en el cual se inscribe esta investigación.

La muestra también consideró los programas de estudios de los dos cursos de ciencias y el perfil de egreso de la carrera.

Desarrollo

Respecto de la *Ideología del Cuerpo Docente*, los resultados muestran que el equipo de profesores, en conjunto con la Jefa de Carrera de Educación de Párvulos, manifiestan una ideología predominante Centrada en el Estudiante, con un promedio de 3,42 de un máximo de 4 puntos, que representa una intensidad de 85,42%. Una ideología de Eficiencia Social, con un promedio de 3,13 de un máximo de 4, lo que representa una intensidad del 78,13%. Finalmente una ideología de Reconstrucción Social, con un promedio de 2,92 de un máximo de 4, lo que representa una intensidad de 72,92%.

También se observa que el grupo de profesores manifiesta una tendencia hacia una ideología curricular Centrada en el Estudiante, con un promedio de 3,56 de un máximo de 4 puntos, que representa una intensidad de 89%. La Jefa de Carrera, por su parte, tiene una ideología predominante de Eficiencia Social, con un promedio de 3,13 de un total de 4 puntos, lo que representa una intensidad de 83,33%. Estas diferencias en la ideología predominante pueden deberse al rol que cumple cada uno; los primeros mucho más cercana a los estudiantes, y la Jefa de Carrera, más cercana a la Decana de la Facultad y al compromiso de responder ante las nuevas políticas públicas de educación.

Tabla 1: *Ideología del Cuerpo Docente*

	Prof. I		Prof. Did.		Prof. II*		Jefa Carrera		Equipo	
		%		%		%		%		%
Académica Erudita	2,83	70,83	2,17	54,17	1,33	33,33	2,50	62,50	2,21	55,21
Centrada en el estudiante	3,50	**87,5**	3,50	**87,50**	3,67	**91,67**	3,00	75,00	**3,42**	**85,42**
Reconstrucción Social	3,00	75	2,83	70,83	2,83	70,83	3,00	75,00	**2,92**	**72,92**
Eficiencia Social	2,67	66,67	3,33	83,33	3,17	79,17	3,33	**83,33**	**3,13**	**78,13**

Nota: El porcentaje corresponde a la intensidad con la que se manifiesta una determinada ideología.
*El profesor II, no accedió a dar entrevista, sólo contestó la escala de valoración.

Desde la teoría de las ideologías curriculares, esto implica que el centro de todo lo que se hace se enfoca en que los estudiantes se desarrollen naturalmente de acuerdo a sus condiciones innatas; se piensa que la meta de la educación en ciencias es el crecimiento de cada individuo, en armonía con sus competencias intelectuales, sociales, emocionales y físicas. Se considera al estudiante como fuente del currículum, por lo tanto, los fines del estudiante son los fines del currículum; así, el profesor debe extraer las capacidades inherentes a los estudiantes, el potencial que se halla en ellas/os, debe estimular al estudiante a crecer y construir significado como resultado de la interacción con sus entornos físicos, con sus pares y otros profesores e ideas. Finalmente, el trabajo de los profesores formadores consiste en crear cuidadosamente aquellos entornos de aprendizaje y unidades de trabajo para los estudiantes de Educación de Párvulos, seleccionándolos cuidadosamente, para así estimular el aprendizaje de manera significativa, en la medida en que los estudiantes construyen aprendizajes y conocimientos (Schiro, 2008).

En la entrevista realizada se pudo constar que la visión de niño es la de un sujeto de derecho, un ciudadano que está en formación, como constructor de conocimiento y de significados, que es el centro de las decisiones y la construcción curricular.

> *"…en el fondo, el profesor tiene que adscribir a estas creencias para poder enseñar en el programa, si no compartimos esta visión de niño, si no compartimos el entendimiento de que es el niño el centro del aprendizaje, es el centro de todos nuestros esfuerzos, nosotros todo lo que hacemos, lo hacemos para apoyar a ese niño en sus procesos de aprendizaje y desarrollo…"* (Jefa de Carrera).

Cuando se manifiesta esta tendencia de Ideología Centrada en el Estudiante, se hace referencia tanto al estudiante que se forma como futuro Educador de Párvulos, como también a los estudiantes que esos futuros profesores tendrán a cargo. Por lo tanto, la forma como los profesores enseñan ciencia es centrada en los estudiantes de párvulos bajo un modelo socio constructivista, a partir de una metodología indagatoria, en donde los estudiantes construyen significados y son protagonistas de sus propios aprendizajes, tal como ellos deberían serlo en un futuro.

> *"… hay que enseñarles a pensar a los niños y para eso la ciencia es súper buena; todo este proceso de razonar de hacerse preguntas, de formular hipótesis, tratar de hacer un experimento que la refute o las acepte ese ejercicio de ensayo y error se puede ejercitar en el pensamiento científico, se puede ejercitar abordando fenómenos biológicos, químicos y de cualquier disciplina. Físicos también…"* (Profesor I).

Se evidencia por lo tanto, una correlación positiva entre el discurso de los informantes y lo declarado en el test, a pesar de que la Jefa de Carrera no presenta una Ideología Centrada en el Estudiante como primera intensidad, sí está presente como segunda predominancia, en conjunto con la Ideología de la Reconstrucción social, con 75% de intensidad.

La segunda Ideología que presenta una intensidad significativa en todo el grupo responsable de la formación del E.P es la Eficiencia Social, que tiene un promedio de 3,13 puntos de un total de 4, lo que transformado a porcentaje representa una intensidad del 78,13%. Lo anterior nos indica que para el equipo de profesores y la Jefa de Carrera es importante que los/as futuros/as educadores/as puedan responder con eficiencia a las necesidades de la sociedad; por lo tanto, sus conocimientos y habilidades debieran estar alineados con lo que se necesita en

el trabajo para vivir de manera productiva y perpetuar el funcionamiento de la sociedad. Los profesores formadores partidarios de esta ideología piensan que lo primero es identificar en la sociedad, o clientes, las necesidades a ser satisfechas, en este caso el estado y las demandas de la sociedad. Así, la base de los perfiles de egreso, de la formación y la adquisición de destrezas y conocimiento deben estar bajo esta ideología. También se profesa que la forma más eficiente de alcanzar los objetivos de un currículum, es mediante la rutina de los procedimientos científicos. El aprendizaje ocurre en contextos relativamente directos de causa-efecto, acción-reacción, y la rendición de cuenta de los resultados y aprendizajes es una práctica común (Schiro, 2008).

Lo anterior evidencia cómo las políticas públicas de control, a través de instrumentos como la acreditación de la carrera, los indicadores de logro, los estándares orientadores para la carrera de Educación de Párvulos y los convenios de desempeños, son utilizados con el fin de homogeneizar y guiar la formación inicial. Tales demandas sociales han calado profundamente en el discurso de los profesores, pero sin duda mucho más en la gestión de los jefes de carrera, que deben responder a estas demandas estatales, pero también a los requerimientos de los profesores, las características del contexto y la lucha interna de sus propias convicciones e ideologías. Presentamos algunas reflexiones planteadas por la Jefa de Carrera, quien presenta la Eficiencia Social como su ideología preponderante, con un promedio de 3,33 puntos de un máximo de 4, lo que se traduce en una intensidad del 83,33%.

> *"Nosotros nos tomamos muy en serio los requerimientos que tiene nuestra sociedad en término de que lo que se ha decidido que es importante que los niños aprendan, y nuestra sociedad estemos de acuerdo o no, esas son las bases curriculares que tenemos y nosotros tenemos el deber de formar de educadoras con las competencias necesarias para responder a esas orientaciones que se han establecido a nivel nacional".* (Jefa de Carrera).

> *"… es parte de nosotros tenemos un plan de estudio que tiene un determinado perfil de egreso el cual está alineado con los estándares orientadores para la educación parvularia. En ese sentido nosotros tenemos una coherencia interna que nos alinea con esas expectativas que tiene nuestro sistema educacional chileno, ehh... sobre las competencias que deben exhibir las educadoras de párvulos para trabajar con los niños pequeños".* (Jefa de Carrera).

Por lo tanto, queda en evidencia que el cargo directivo, la responsabilidad con lo social y las demandas externas son preponderantes y son un eje articulador

importante de tener presente. Pero también, es importante que sean compartidos, que haya concordancia, para alinear la carrera a estos requerimientos y ser bien evaluada, tanto interna como externamente.

Según la Tabla 1, la ideología que sigue en las puntuaciones es la de Reconstrucción Social, con una media de 2,92 lo que equivalen a una intensidad de 72,92%. Lo anterior nos indica que los profesores formadores están conscientes de los problemas de nuestra sociedad e injusticias sufridas por sus miembros; ejemplo de ello son las desigualdades raciales, económicas y de género. Los profesores formadores partidarios de esta ideología suponen que la sociedad actual no es sana, por lo tanto, es necesario hacer algo para que no se destruya y ayudar a la reconstrucción de acuerdo a una visión ideal. Consideran que la experiencia humana está determinada por sus experiencias sociales, así también el currículum que se enseña a los profesores, teniendo como finalidad entender la sociedad y desarrollarla hacia mejores estándares para que puedan ser capaces de transformarla. Lo anterior también queda expresado en los informantes de esta manera:

> *"…está más que estudiado lo efectos positivos en la sociedad y cómo una inversión en primera infancia es más efectiva que invertir en el sistema judicial en el futuro. Es más barato invertir en Educación Parvularia que mantener gente presa en el sistema o que no está produciendo para contribuir al país. Entonces la manera como sirven al país es tremendamente potente, y muy directa, porque los prepara y les da los fundamentos también para que enfrenten su educación hacia el futuro; entonces, en ese sentido, es en esta edad donde los niños van a empezar a desarrollar esas habilidades…".* (Jefa de Carrera).

La Jefa de Carrera ve la primera infancia como una inversión para transformar muchas de las falencias que padece nuestra sociedad, como la delincuencia; por lo tanto, el Educador de Párvulos es un profesional protagonista de esos futuros cambios y de la construcción de la sociedad del futuro.

> *"Entonces podemos decir primero que hay una contextualización de las ciencias, después hay un trabajo para transformar el paradigma de ciencia que ellas traen de colegio y después... ".* (Profesora de Didáctica).

Para la Profesora de Didáctica es fundamental poder transformar la visión de ciencia que traen los/as estudiantes, de manera que no transmitan ese paradigma a las futuras generaciones; en la misma línea el Profesor I, menciona que es

fundamental que los/as educadores/as cuenten con una cultura científica, la cual puedan transmitir a sus estudiantes y motivar el estudio de ésta.

> *"…tenemos mucha responsabilidad, entonces tratamos en el poco tiempo que nos asignan entregar lo más posible esa cultura científica mínima, o sea renunciamos a muchos contenidos, la idea más que nada es atacar habilidades mínimas hacerse preguntas sobre los diversos fenómenos naturales, y entregar entremedio un poquito de información…".* (Profesor I).

El análisis por categoría, por otra parte, mostró que respecto de los *Objetivos Profesionales* (Tabla 2), o sea, el objetivo de perpetuar la Educación de Párvulos y la importancia de ésta, radica en la Ideología de la Reconstrucción Social, con una media de 4 puntos; por lo tanto, el cuerpo de Profesor y Jefa de Carrera piensan que es mediante la Educación de Párvulos que se puede transformar la sociedad y se puede mejorar las diferencias que existen, aportando a la sociedad a través del futuro Educador de Párvulos, quien posee las herramientas que le permiten aquello; es un agente fundamental de cambio para nuestra sociedad futura.

Tabla 2: *Objetivos Profesionales*

	Académica Erudita	Centrada en el estudiante	Reconstrucción Social	Eficiencia Social
Prof I	4	3	4	4
Prof Did	2	4	4	4
Prof II	1	3	4	4
Jefa Carrera	3	3	4	2
Promedio	**2,5**	**3,25**	**4**	**3,5**

La Tabla 3 indica que, con respecto al *Conocimiento Científico*, el grupo de profesores responsables y la Jefa de Carrera, tienen una fuerte alineación y tendencia hacia la Ideología Curricular Centrada en el Estudiante, con puntaje máximo; por lo tanto, al formar al futuro profesional piensan que el conocimiento valioso es el que forma significados personales, el que se origina en la experiencia directa de los estudiantes con el mundo que los rodea y con las situaciones de problema, y que aquellos significados se originan desde la experiencia directa de los estudiantes de Educación de Párvulos con su mundo y sus experiencias de creatividad, mediada por sus necesidades y estructura de su personalidad.

Tabla 3: *Concepción del Conocimiento en Ciencias Naturales*

	Académica Erudito	Centrada en el estudiante	Reconstrucción Social	Eficiencia Social
Prof I	4	4	3	3
Prof Did	2	4	3	4
Prof II	1	4	3	3
Jefa Carrera	2	4	2	4
Promedio	**2,25**	**4**	**2,75**	**3,5**

Con respecto a la categoría sobre la *Concepción del Estudiante* (Tabla 4), o sea del futuro Educador de Párvulos, existe una tendencia principal hacia una Ideología Curricular Centrada en el Estudiante, con una media de 3,75 y muy poca dispersión lo que se traduce en una integración con respecto a la visualización del estudiante. También se observa una segunda tendencia significativa desde una Ideología Académica Erudita con un promedio de 3,25 puntos.

Lo anterior produce una contradicción. Michael Schiro (2008) nos dice que los Académicos Eruditos ven al estudiante como un neófito, carente de algo que existe fuera de su mente y dentro de la disciplina de ciencias de los educadores, por lo tanto, la disciplina de ciencias puede trasmitir aquello de lo que están carentes los estudiantes de Educación de Párvulos. En cambio, la Ideología Centrada en el Estudiante nos dice que los profesores y Jefa de Carrera ven al estudiante como una persona completa, integrada, auto impulsada de su propio crecimiento y como creadora auto-activa de significados. Estos educadores se concentran más en las acciones o atributos de los estudiantes en el carácter único presente, más que como podrían llegar a ser en un futuro; los profesores se preocupan de los procesos internos de sus estudiantes, como la salud mental y la autoestima. Lo anterior nos hace pensar que existe una doble visión respecto del estudiante, la que inferimos que puede deberse a la importancia que se ha dado en la carrera al hecho de que los futuros Educadores de Párvulos posean fuertes conocimientos disciplinares, pero éstos deben ser trabajados y desarrollados por el estudiante de manera constructiva, en interacción con el medio; así, aparentemente podría considerarse una contradicción, pero en realidad ambas visiones pueden ser consideradas como complementarias. También nos dice que los profesores son conscientes de las carencias en cuanto a conocimiento disciplinar que tienen los estudiantes, pero a la vez les interesa lo que pasa internamente con los estudiantes de Educación de Párvulos, de cómo están construyendo significado.

Tabla 4: *Concepción del Estudiante*

	Académica Erudita	Centrada en el estudiante	Reconstrucción Social	Eficiencia Social
Prof I	3	4	3	4
Prof Did	4	3	2	0
Prof II	3	4	1	4
Jefa Carrera	3	4	2	4
Promedio	**3,25**	**3,75**	**2**	**3**

La Tabla 5 muestra que las dos ideologías más predominantes en lo que respecta a la *Concepción del Aprendizaje en Ciencias*, son la de Reconstrucción Social, con una media de 3,5 de un máximo de 4; y la ideología curricular Centrada en el Estudiante, con una media de 3,25 de un máximo de 4. Por lo tanto, se evidencia que el aprendizaje consiste en involucrar a los futuros Educadores de Párvulos, en formas de ver los sucesos sociales a través de un conocimiento de las ciencias que apunta a una visión futura de sociedad, tecnológica y más avanzada que la actual. Es a través de las ciencias, que muchas de las dificultades actuales de la humanidad se pueden superar, por lo tanto, el aprendizaje de los estudiantes se desarrolla colocándolos delante de tal dilema, que puedan visualizar las consecuencias de las acciones actuales dentro de un par de años. Es muy común referirse a algunas reflexiones, como por ejemplo, qué pasaría si el hombre sigue contaminando como lo hace, que pasaría si la humanidad sigue teniendo una economía no sustentable. La segunda mayoría, la Ideología Centrada en el Estudiante, ve el aprendizaje como un subproducto del crecimiento, por lo tanto, la madurez cognitiva y el propio crecimiento del individuo van haciendo que éste se exprese e interactúe orgánicamente con su entorno de manera congruente con su naturaleza interna; así, el centro del aprendizaje es el estudiante en interacción con su entorno.

Tabla 5: *Concepción del Aprendizaje en Ciencias Naturales*

	Académica Erudita	Centrada en el estudiante	Reconstrucción Social	Eficiencia Social
Prof I	2	3	3	1
Prof Did	2	4	3	2
Prof II	1	3	4	3
Jefa Carrera	2	3	4	4
Promedio	**1,75**	**3,25**	**3,5**	**2,5**

Con respecto a la categoría sobre la *Concepción de la Enseñanza de las Ciencias Naturales* (Tabla 6) hay una tendencia significativa de 3,25 puntos hacia una Ideología de Eficiencia Social, mientras que la Académica Erudita y la Centrada en el Estudiante registran puntuaciones iguales de 2,75 puntos. Esto significa que los profesores se ven a sí mismos como gerentes o supervisores de los estudiantes; ellos son los que manejan las condiciones de aprendizaje y material disponible. También para los profesores es importante completar los programas y el currículum propuesto, es importante cumplir con los estándares de exigencia, es necesario responder a esos requerimientos tanto internos, como externos. Los profesores preparan los entornos donde se enseña a los estudiantes, para luego supervisar las tareas y velar por el fiel cumplimiento de éstas.

Tabla 6: *Concepción de la Enseñanza de la Ciencias Naturales*

	Académica Erudita	Centrada en el estudiante	Reconstrucción Social	Eficiencia Social
Prof I	3	4	3	2
Prof Did	2	2	2	4
Prof II	2	4	1	4
Jefa Carrera	4	1	2	3
Promedio	**2,75**	**2,75**	**2**	**3,25**

Tabla 7: *Concepción de la Evaluación en Ciencias Naturales*

	Académica Erudita	Centrada en el estudiante	Reconstrucción Social	Eficiencia Social
Prof I	1	3	2	2
Prof Did	1	4	3	2
Prof II	1	4	4	1
Jefa Carrera	1	3	4	3
Promedio	**1**	**3,5**	**3,25**	**2**

Finalmente, la tabla 7 nos evidencia que los profesores y Jefa de Carrera visualizan la *Evaluación en Ciencias* bajo dos ideologías principalmente, la Centrada en el Estudiante y la de Reconstrucción Social. Esto significa que al momento de evaluar, el centro es el estudiante, de manera que se beneficie tanto el estudiante como el currículum que se evalúa; no tiene carga valórica, pero sí un carácter reflexivo, de modo que los estudiantes aprendan de sus errores. La segunda, con 3,25 puntos de promedio, nos dice, bajo la teoría de Michael Schiro, que se

evalúa el currículum y los estudiantes desde una perspectiva subjetiva holística que considera las situaciones sociales en las que existen y se desenvolverán los futuros profesores.

Con respecto al análisis a los programas de estudios, éstos se centran en dos ideologías principalmente, una ideología de Eficiencia Social que coexiste con una ideología curricular Académica Erudita; se evidencia, también, una directa relación con los Estándares Orientadores de la Educación Parvularia.

> "*Por tanto, la educadora de párvulos que ha finalizado su formación inicial debe comprender las nociones fundamentales de las Ciencias Naturales para favorecer la construcción de conocimiento en la primera infancia, tendiendo hacia la comprensión del entorno natural en su complejidad*" (MINEDUC, 2012, p. 57).

Lo anterior queda de manifiesto, sobre todo en el discurso de la Jefa de Carrera, como una directriz para la construcción de los programas de los cursos y el perfil de egreso en función de los estándares de formación para la educación, documento orientador del Ministerio de Educación.

> *"Yo diría que tal vez algo que nos diferencia de otras universidades, es que nosotros hemos tomado una opción por el fortalecimiento disciplinar".* (Jefa de Carrera).

> *"En ese sentido nosotros tenemos una coherencia interna que nos alinea con esas expectativas que tiene nuestro sistema educacional chileno ehh... sobre las competencias que deben exhibir las educadoras de párvulos para trabajar con los niños pequeños, los cuales a su vez también van a estar expuestos en este caso a un currículum nacional, o unas bases curriculares de la Educación Parvularia, donde este ámbito está también abordado".* (Jefa de Carrera).

Se evidencia finalmente que la Ideología de Eficiencia Social está alineada con el discurso de la Jefa de Carrera, con los programas de los cursos y con lo que devela el cuestionario, donde esta ideología es la principal, portada por ella. Tiene una media de 3,13 puntos de un máximo de 4, lo que representa una intensidad de 83,33%; lo anterior nos muestra que existe una coherencia externa, pero la interna no aparece tan directa. Externa en el sentido que responde a las demandas del Ministerio de Educación y a las nuevas exigencias para la formación del Educador de Párvulos; pero internamente, podemos ver que existe una coherencia entre la ideología que la Jefa de Carrera porta y la que se declara en los programas

(Eficiencia Social), pero ésta no es la principal en el grupo de profesores, pues en ellos la ideología preponderante es la Centrada en el Estudiante, con una media de 3,42; la Ideología de Reconstrucción Social aparece en el último lugar para el Profesor I, con una media de 2,67; y en el segundo lugar para la Profesora de Didáctica y el Profesor II, con una media de 3,33 y 3,17 puntos respectivamente; por lo tanto, decimos que existe una coherencia parcial.

Lo anterior pone de manifiesto que entre el grupo de profesores (Ideología Centrada en el Estudiante en primer lugar y de Eficiencia Social en el segundo) y la Jefa de Carrera (Ideología de la Eficiencia Social como principal y Centrada en el Estudiante como segunda intensidad) hay un punto de tensión en lo que respecta a la negociación curricular. Esta situación queda en evidencia en los programas del curso y en las declaraciones de los profesores, que buscan que sus ramos tengan un poco más de créditos para subir las exigencias, la que es contrarrestada por los requerimientos de eficiencia, de optimización del tiempo y de responder de manera justa a los estándares de formación. Los profesores de ciencias quieren enseñar ciencia lo mejor posible, quieren que los/as estudiantes aprendan en profundidad, mientras que a la Jefa de carrera, por lo arrojado en la encuesta, le interesa llevar a cabo una buena gestión curricular, responder a las exigencias de la universidad (facultad) y también del Estado. Esto provoca ciertos quiebres en las ideologías del equipo responsable, pero también es un nudo de tensión en la gestión del currículum y en los propios procesos de negociación curricular.

> *"Tuvimos, este curso esta re-diseñado, tuvimos un año entero, más de un año conversando este tema con varios profesores, más con hacer que esta cosa cumpla mejor su objetivo. Y una de las cosas que tratamos de hacer es buscar siempre fenómenos cotidianos a la vida de las personas y que esos fenómenos llevarlos a la reflexión y sobre todo en mi área, que es más el medio ambiente, para mí es obvio, lógico y fuerte. Y en el ámbito más físico ciclo lunar, cosas que son cotidianas a las personas, la fuerza la energía, tratar de agarrar esas palabras esos conceptos claves y esos trabajarlos principalmente del punto de vista de talleres de actividades prácticas, tratamos de minimizar el tema de clases teóricas, expositivas y hacer mucho taller, mucho experimento o simulaciones cosas de ese estilo más práctico".* (Profesor I).

> *"Lamentablemente por el camino largo, ósea con reuniones, conversando con la gente y en ese proceso yo he estado involucrado en esta facultad se ha hecho un esfuerzo, hay un convenio de desempeño que ha tratado de generar esos puentes, esa conversa entre los didactas y los más disciplinares, los más científicos. Entonces es bueno que los cursos estén*

> *separados porque claro, ahí el contenido científico es grande, entonces hay que invertir, no poco tiempo, sino mucho en tratar esos contenidos ya sea con clases, con talleres, con lo que sea, pero atacando los contenidos y barnizar por decirlo de cultura científica a las alumnas de educación”.* (Profesor I).
>
> *“No más bien cosas administrativas. Este curso formalmente tiene 5 créditos, pero de toda esta discusión que se ha ido dando con otros profes ya tempranamente nos dimos cuenta que 5 créditos quedaba chico, este curso en realidad debiera tener 10 créditos, entonces ese fue el primer planteamiento que hicimos, y ahí hubo una conversa, una exploración con ella y con otras autoridades y claramente la respuesta es que no, no es posible agrandar el curso. Entonces ahí hemos negociado un poquito aumentado la cantidad de módulos que se le dedican al curso en la semana. De dos módulos ya logramos que fueran tres. Tenemos dos módulos los viernes que son los principales y uno el día miércoles con un reforzamiento, para hacer ayudantías, ciertos talleres o clases, o para tener un poquito más de tiempo, porque ese tiempo que se le asigna para la casa a la acreditación es una ilusión, es mejor sacarle provecho ahí en el aula cuando está la interacción alumno profe, ahí tratar de sacarle el máximo jugo. Y minimizar las cosas que quedan para después, a veces es inevitable, pero en los talleres tratamos que entreguen el informe ahí, el mismo día”.* (Profesor I).

Hay también una diferencia en la Ideología Académica Erudita entre los dos profesores que imparten la asignatura disciplinar, con una diferencia de un 40% en la intensidad. Por lo tanto, es necesario alinear, discutir los programas de estudio y los objetivos que tienen los profesores. A pesar de que se realizan reuniones, pareciera que al porvenir de un ambiente más científico y otro más cercano a los niños genera esa tensión.

Se aprecia una tendencia principal del grupo de profesores hacia una Ideología Centrada en el Estudiante, esto quizás por la importancia que tiene la visión de niño como agente articulador entre los distintos profesores; pero la Jefa de Carrera propende a una Ideología de Reconstrucción Social, como se ha explicado. Una posible causa podría ser la existencia de responsabilidades y compromisos más institucionales, con los que debe estar alineada la formación del Educador de Párvulos; lo anterior podría tensionar la negociación y gestión curricular.

Proyecciones y conclusiones

La concientización de las ideologías que porta la Jefa de Carrera y el conjunto de profesores responsables de la enseñanza de ciertos saberes, podría ayudar a los procesos de negociación, gestión y construcción curricular, aumentado los grados de participación, cooperación y coherencia dentro del programa y los instrumentos curriculares, y entre discurso y práctica.

En el caso explorado, si la Jefa de Carrera conociera que su equipo de profesores tiene una Ideología Centrada en el Estudiante –respecto de los objetivos profesionales, la concepción del conocimiento científico, la concepción de enseñanza científica, de aprendizaje científico y la concepción de niño–, se facilitaría la gestión curricular; pero también podrían los profesores comprometerse con mayor intensidad en la negociación curricular de la malla de la carrera y los programas del curso. Se hace muy necesario la creación de espacios de discusión conjunta de manera que se evidencie una coherencia entre los ramos de ciencias; si hay una Ideología Centrada en el Estudiante, ello no garantiza que estén alineados y sean coherentes los cursos; pero si los acuerdos, negociaciones y gestión curricular son dirigidos en esa línea, los acuerdos y el resultado final podrían ser mucho más fáciles y prometedores.

Se concluye que los programas de los cursos, si bien están alineados con los requerimientos estatales, éstos no presentan evidencia de una Ideología Centrada en el Estudiante, lo que es importante para los profesores que ejercen el ramo, como queda de manifiesto en el estudio. Surge la duda respecto de si los programas del curso son construidos de manera individualmente por cada profesor o si están diseñados por la Jefa de Carrera y son entregados al profesor sin su participación en ello.

Los procesos de negociación curricular no son ajenos a esta lucha de posiciones, y esta tendencia de democratización del currículum hace más complejo llegar a acuerdos sobre criterios que pudieran orientarla; pero los profesores escasamente participan, siguen y aplican las orientaciones propuestas por el gobierno central. Desde la mirada de Michael Schiro (2008), y como una respuesta a la tendencia anterior, la concientización de las ideologías del equipo haría menos complejo el llegar a acuerdos si existen visiones curriculares similares en el equipo docente y Jefe de Carrera, actuando como elemento de unificación y alineación entre éstos y las presiones externas institucionales y políticas.

Por lo tanto, se considera fundamental consensuar, hacer pública y tomar conciencia de la visión de niño, objetivos profesionales, de enseñanza, de aprendizaje, de evaluación y de conocimiento en el equipo encargado de una determinada asignatura y de la formación del Educador de Párvulos en general, para que así las dinámicas de cambio/control y consenso/conflicto sean más fluidas.

También se concluye la importancia que tiene la Jefa de Carrera en la gestión de las presiones del nivel macro y las necesidades del nivel micro en la construcción curricular; se piensa que tener conciencia de la existencia y de la forma que actúan estas presiones le permite tomar decisiones más acertadas, legitimar, consensuar y democratizar la gestión curricular.

Es común que coexistan en un mismo sujeto varias ideologías con distinta intensidad, ello pareciera algo innato al ser humano, pues somos producto de una cultura, una educación y de acciones que nos condicionan a ser como somos. Entonces, en la medida que somos conscientes de esta coexistencia y no la dejamos en la esfera de la ingenuidad, podemos negociar y entender al otro. Por ejemplo, en el equipo responsable de la formación en ciencia del Educador de Párvulos, están presentes tanto la Ideología Centrada en el Estudiante como la de Eficiencia Social; entonces, cómo va a producirse el equilibrio, o se dejará la balanza inclinada hacia una de ellas; cuáles serán las razones para aquello. Es necesario dejar de lado los intereses personales y velar por los del grupo, que en este caso es la formación en ciencias del Educador de Párvulos. Es una tarea desafiante además, si la formación base de profesores y Jefa Carrera no es la Educación Parvularia. Como se constata en las entrevistas, hay una doble complejidad, pues hay una ideología que puede verse aún más tensionada por esta razón.

Por último, algunas consideraciones para futuras investigaciones. Los datos cualitativos y cuantitativos no toman en cuenta la acción de los docentes; por lo tanto, no hemos evidenciado lo que ellos en realidad hacen y a qué ideología corresponden sus acciones. Por cuestiones de tiempo sólo hemos analizado los documentos curriculares de la asignatura de Ciencias Naturales, pero se piensa que sería de gran importancia para la gestión educativa comprender estos procesos en todas las asignaturas, y analizar la malla curricular completa para evidenciar cómo la portabilidad de una ideología en una asignatura influye en el desarrollo final del Educador de Párvulos y su relación con las otras disciplinas y saberes. Tampoco se ha considerado el discurso de los actores claves anteriores a este período, como

ex decanos, ex jefa de carrera y ex profesores, por lo tanto, no podemos precisar cómo han aportado o no a la ideología curricular predominante, o cómo ha sido el proceso de transformación de una hacia otra.

Un aspecto que no se tomó en cuenta al realizar la escala de valoración, fue entre qué años los informantes se formaron como profesionales, considerando que los eventos históricos situados en determinada época de estudio influyen en la ideología que portan los sujetos.

Finalmente, se espera que este trabajo sea un aporte a la formación inicial del Educador de Párvulos, que permita entender en mayor profundidad los procesos de construcción curricular y asimilar la importancia de tomar conciencia de aquello, sobre todo si tenemos una responsabilidad social y queremos lograr la transformación de la educación en la primera infancia.

Anexo

Instrumento y resultados cuantitativos del equipo docente

¿Cuál es su rol en la formación en Ciencias Naturales de las Educadoras de Párvulo?	Profesor Bio-100 Ciencias Naturales	Profesor Pensamiento del Niño y su didáctica	Profesor Bio-100 Ciencias Naturales	Jefa de Carrera PUC
1. Las universidades debieran formar profesores en la habilidad de percibir problemas de la sociedad, visualizar una sociedad mejor, y actuar para cambiar la sociedad de modo que haya justicia social y una vida mejor para las personas.	4	4	4	4
2. Las universidades debieran satisfacer las necesidades de la sociedad capacitando eficientemente a los futuros profesores para desempeñarse como miembros maduros y constructivos de la sociedad.	4	4	4	2
3. Las universidades debieran ser comunidades donde el conocimiento acumulado de la cultura es transmitido a los estudiantes de pedagogía.	4	2	1	3
4. Las universidades debieran ser ambientes alegres y estimulantes, centrados en el estudiante, organizados entorno a las necesidades de desarrollo e interés de los estudiantes. Necesidades e intereses que se presentan en el día a día	3	4	3	3
5. Los profesores formadores deben ser los supervisores del aprendizaje de los estudiantes, utilizando las estrategias de enseñanza que optimizarán su aprendizaje.	3	4	3	4
6. Los profesores formadores deben ser compañeros de los estudiantes de pedagogía, utilizando el entorno en el que vive el estudiante para ayudarlo aprender.	3	3	3	2
7. Los profesores formadores deben ser un apoyo para los estudiantes, ayudándoles a aprender, presentándoles experiencias a partir de las cuales pueden construir significado.	4	4	4	4
8. Los profesores formadores deben ser personas con conocimientos, transmitiendo lo que saben a los que no lo saben.	4	2	4	2
9. Se aprende mejor cuando al alumno se le presentan estímulos materiales apropiados y refuerzo positivo.	4	3	4	4

¿Cuál es su rol en la formación en Ciencias Naturales de las Educadoras de Párvulo?	Profesor Bio-100 Ciencias Naturales	Profesor Pensamiento del Niño y su didáctica	Profesor Bio-100 Ciencias Naturales	Jefa de Carrera PUC
10. Se aprende mejor cuando el profesor presenta con claridad y precisión al estudiante el conocimiento que éste debe adquirir.	3	2	1	2
11. Se aprende mejor cuando los profesores en formación se sienten motivados a participar activamente en las experiencias que les permitan crear su propio conocimiento y comprensión del mundo en que viven.	4	4	4	4
12. Se aprende mejor cuando un estudiante se enfrenta a una verdadera crisis social real y participa en la construcción de una solución a esa crisis.	3	4	3	3
13. El conocimiento más valioso es el estructurado y las formas de pensar que han llegado a ser valorados por la cultura a través del tiempo.	2	2	1	2
14. El conocimiento más valioso es el significado personal de uno mismo y de su mundo, que viene de la propia experiencia directa de uno en el mundo y la respuesta personal a esa experiencia.	3	4	3	3
15. El conocimiento más valioso son las competencias y capacidades específicas de acción que permiten a una persona vivir una vida constructiva.	3	3	4	4
16. El conocimiento de mayor valor es un conjunto de ideales sociales, el compromiso con esos ideales, y una comprensión de cómo poner en práctica esos ideales.	1	2	3	4
17. La infancia es esencialmente un momento de aprendizaje en la preparación para la vida adulta, cuando sea un miembro activo que contribuye a la sociedad.	4	2	4	1
18. La infancia es esencialmente un período de desarrollo intelectual, en la que destaca la creciente capacidad de razonamiento y capacidad de memoria que se traduce en una siempre creciente absorción de conocimientos culturales.	3	2	1	2

19. La infancia es esencialmente una época en que los niños se desarrollan de acuerdo a sus propias naturalezas innatas, necesidades sentidas, impulsos orgánicos, y los calendarios internos. La atención se centra en los niños, más que sobre cómo podrían ser como adultos.	**2**	**4**	**4**	**3**
20. Infancia es esencialmente un tiempo para la práctica y preparación para actuar sobre la sociedad, para mejorar tanto uno mismo y la naturaleza de la sociedad.	3	2	2	4
21. La evaluación debe indicar de manera objetiva a los demás, si los estudiantes pueden o no desempeñar habilidades. Su propósito es certificar las competencias de los estudiantes para la realización de tareas específicas.	2	2	1	3
22. La evaluación debe diagnosticar en forma continua las necesidades y el crecimiento de los profesores en formación, a fin que un mayor crecimiento se puede promover mediante el ajuste apropiado de su ambiente de aprendizaje. Es principalmente para el beneficio de los estudiantes, no para la comparación de ellos entre sí o medirlos contra estándares predeterminados.	3	4	4	3
23. La evaluación debe ser una comparación subjetiva del desempeño de los estudiantes en relación con sus capacidades. Su propósito es indicar, tanto a los estudiantes como a otros, la medida en que se están desarrollando sus capacidades.	2	3	4	4
24. La evaluación debe determinar objetivamente la cantidad de conocimiento que ha adquirido el profesor en formación. Permitiendo ordenar a los estudiantes en un *ranking* de mayor a menor avance intelectual.	1	1	1	1

Referencias bibliográficas

Adlerstein, C. & Pardo, M. (2015). *Informe Nacional sobre Docentes para la Educación de la Primera Infancia: Chile.* Santiago.

Adlerstein, C., Pardo, M., Díaz, C. & Villalón, M. (2016). Formación para la enseñanza del lenguaje oral y escrito en carreras de educación parvularia: variedad de aproximaciones y similares dilemas. *Estudios pedagógicos (Valdivia)*, *42*(1), 17-36.

Althusser, L. (2003). *Ideología y aparatos ideológicos de Estado: Freud y Lacan. Ediciones Nueva Visión* (3rd ed., Vol. 1868). Buenos Aires.

Barnett, W. S. (1995). Long-term effects of early childhood programs on cognitive and school outcomes. The future of children, 25-50.

Bernstein, B. (1989). Acerca del currículo. *Clases, código y control (Cap. 4). Madrid, Akal*. Chile. (2015). Ley N° 20.835. Crea la subsecretaría de educación parvularia, la intendencia de educación parvularia y modifica diversos cuerpos legales. Ministerio de Educación. Recuperado de: http://bcn.cl/1qoyr

Carrasco, P., Quintanilla, M. & Labarrere, A. (2005). Estudio exploratorio de la enseñanza de las Ciencias en el Pre-Escolar a Través del análisis del discurso profesional. *Enseñanza De Las Ciencias*, (VII), 3–6.

Cofré, H., Camacho, J., Galaz, A., Jiménez, J., Santibáñez, D. & Vergara, C. (2010). La educación científica en Chile: debilidades de la enseñanza y futuros desafíos de la educación de profesores de ciencia. *Estudios pedagógicos (Valdivia)*, *36*(2), 279-293.

Consejo Nacional de Educación. (2015). Estadística y base de datos. Recuperado en http://www.cned.cl/public/Secciones/seccionGeneral/home.aspx

Creswell, J. W. (2009). *Research Design Qualitative, Quantitative, and Mixed Approaches* (3rd ed.). http://doi.org/10.1002/1521-3773(20010316)40:6<9823::AID-ANIE989823>3.3.CO;2-C

Clark, V. P. & Creswell, J. W. (2011). Designing and conducting mixed methods research. *vol*, *3*, 93-94.

Comisión Nacional de acreditación. (2015). Base de datos acreditación universidades de Chile.

Daza, S., Quintanilla, M. (2011). La Enseñanza De Las Ciencias Naturales En Las Primeras Edades. Recuperado de: http://www7.uc.cl/sw_educ/educacion/grecia/plano/html/pdfs/biblioteca/LIBROS/LIBROMQSFIN.pdf

Educación 2020. (2015). Opinión sobre el proyecto de ley que crea el sistema de desarrollo profesional docente sobre texto aprobado por cámara de diputado. Santiago, Chile. Recuperado de http://www.educacion2020.cl/sites/default/files/minuta_opinion_2020_carrera_docente_senado_final.pdf

Enciso, P., Katz, L., Kiefer, B. Z., Price-Dennis, D. & Wilson, M. (2010). The Importance of Early Childhood Education: The First Anniversary of NCTE's ECE Assembly. Language Arts, 88(2), 91.

Eshach, H. & Fried, M. N. (2005). Should science be taught in early childhood? *Journal of science education and technology*, *14*(3), 315-336.

Falabella, A. & Rojas, M. T. (2008). Algunas tendencias curriculares en la formación de educadores de párvulos. *Calidad En La Educación*, *29*, 160–191.

Farkas, C. & Ziliani I., M. E. (2006). *Ampliación de la cobertura preescolar: algunas recomendaciones para resguardar la calidad.* Pontificia Universidad Católica de Chile, Vicerrectoría de Comunicaciones y Asuntos Públicos.

Fernández, I., Gil, D., Carrascosa, J., Cachapuz, A. & Praia, J. (2002). Visiones deformadas de la ciencia transmitidas por la enseñanza. *Enseñanza De Las Ciencias*, *20*(3), 477–488. Retrieved from http://ddd.uab.cat/pub/edlc/02124521v20n3p477.pdf

Garcia-Huidobro, J. (2006). Formación inicial de educadoras (es) de párvulos en Chile. Santiago, Chile: Expansiva.

Macedo, B. & Nieda, J. (1997). Un Currículo Científico para Estudiantes de 11 a 14 años. *Santiago de Chile. UNESCO*.

Marshall, N. L., Creps, C. L., Burstein, N. R., Roberts, J., Glantz, F. B. & Robeson, W. W. (2004). The Cost and Quality of Full-Day Year-Round Early Care and Education in Massachusetts: Infant and Toddler Classrooms. Wellesley Centers for Women.

Merino, C., Olivares, C., Navarro, A., Ávalos, K. & Quiroga, M. (2014). Characterization of the beliefs of preschool teachers about sciences. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, *116*, 4193-4198.

Merino, C., Magna, C., Olivares, C. & Quiroga, M. (1992). Creencias sobre ciencia, su enseñanza y aprendizaje en educadoras de párvulos, aspectos a considerar en el desarrollo de talleres para la promoción de competencias en ciencias, tecnología e innovación. 1, 1–9.

Ministerio de Educación. (2012). Estándares Orientadores para Carreras de Educación Parvularia. Estándares Pedagógicos y Disciplinarios. Santiago de Chile: MINEDUC. Retrieved from http://www.mineduc.cl/usuarios/cpeip/doc/201205111816290. LibroEstandaresOrientadores CarrerasEducaciOnParvulariaconcarta.pdf.

Ministerio de Educación. (2005). Bases Curriculares de la Educación Parvularia. Santiago: Ministerio de educación. Recuperado de http://portales.mineduc.cl/usuarios/convivencia_escolar/doc/201103041242340.Bases_Curriculares_de_Educacion_Parvularia_2001.pdf

Neiman, G. & Quaranta, G. (2006). Los estudios de caso en la investigación sociológica. In I. Vasilachis (Ed.), *Estrategias de Investigación Cualitativa* (pp. 23–60). Barcelona: Gedisa,S.A. Retrieved from http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:No+Title#0

Moreno, J. M. (2008). La dinámica del diseño y el desarrollo del currículo: escenarios para la evolución del currículo. *El Conocimiento Escolar En Una Perspectiva Histórica Y Comparativa: Cambios de Currículos En La Educación Primaria y Secundaria*

Onwuegbuzie, A. & Teddlie, C. (2003). A Framework for analyzing data in Mixed Methods Resear h. In A. Tashakkori & C. Teddlie (Eds.), *Handbook of Mixed Methods in Social & Behavioral research* (1st ed., p. 768). United States of American: SAGE Publications, Inc.

Pearson, E. & Rao, N. (2006). Early childhood education policy reform in Hong Kong: Challenges in effecting change in practices. Childhood Education, 82(6), 363-368.

Sharma, A., Sen, R. S. & Gulati, R. (2008). Early childhood development policy and programming in India: Critical issues and directions for paradigm change. International Journal of Early Childhood, 40(2), 65-83.

Schiro, M. S. (2008). Currículo Theory: Conflicting Visions and Enduring Concerns. SAGE Publications (1st ed.). California: SAGE Publications, Inc

Tietze, W., Castro, G., Viernickel, S. & Herrera, M. O. (2010). *Desarrollo de la calidad educativa en centros preescolares: catálogo de criterios de calidad*. LOM.

UNESCO. (1999). "La Ciencia para el Siglo XXI: Un nuevo compromiso". *Conferencia Mundial Sobre La Ciencia*, 1–53.

Vandell, D. L., Belsky, J., Burchinal, M., Steinberg, L. & Vandergrift, N. (2010). Do effects of early child care extend to age 15 years? Results from the NICHD study of early child care and youth development. Child development, 81(3), 737-756. Retrived from http://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2010.01431.x.Do

Villalón, M., Suzuki, E., Herrera, M. O. & Mathiesen, M. E. (2002). Quality of Chilean Early Childhood Education from an International Perspective Qualité de l'Education Préscolaire Chilienne dans une Perspective Internationale Calidad de la Educacio´ n Preescolar Chilena desde una Perspectiva Internacional. International Journal of Early Years Education, 10(1), 49-59.

Agradecimientos

Agradezco a la Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnología CONICYT, por el soporte dado a través de la Beca para Profesionales de la Educación Magíster Nacional 2014-2015. También agradezco al Grupo de Reflexión en Enseñanza de las Ciencias en Investigaciones didácticas (GRECIA), por la oportunidad de compartir con investigadores a nivel latinoamericano, por los aprendizajes adquiridos y retroalimentación continua de los más expertos.

Finalmente agradezco a mi familia por la comprensión de los tiempos destinados a la investigación, a mi esposa Marcela de la Vega quien siempre hace agradable y llevadero los momentos difíciles que conllevan los viajes y estudios; agradezco las sonrisas y el amor entregado todos los días.

Capítulo 4

El sentido de hacer ciencia con los niños

Rosa Tuay
rtuay@pedagogica.edu.co
Universidad Pedagógica Nacional, Colombia
Enrica Giordano
enrica.giordano@unimib.it
Marco Testa
marco.testa@unimib.it
Universidad de Milano-Bicocca, Italia.

Contenido

- Resumen
- Introducción
- Justificación teórica
- Del concepto de equilibrio al de densidad: una vía para la comprensión de la ciencia en los niños. Un proyecto de formación desde investigación-acción
- Contenidos
  - *La reconstrucción a posteriori del recorrido con los niños*
  - *Primer encuentro del investigador con los niños en presencia de sus maestras*
  - *Segundo encuentro del investigador con los niños*
- Proyecciones y conclusiones
- Referencias bibliográficas
- Agradecimientos

Resumen

Los procesos de construcción de conocimiento científico son diferentes cuando se ubican en escenarios escolares y más cuando se interactúa con niños y niñas. Tanto la investigación psicológica como neurológica actual invitan a superar los imaginarios sociales de que definen a la primera infancia como una etapa en que los niños deben jugar únicamente porque aún no tienen la estructura de pensamiento formal, y otras consideraciones que impiden generar oportunidades de educación en ciencias para este nivel educativo. La investigación en la epistemología y la didáctica sugiere que la imagen de la ciencia a la que se debe inspirar por su enseñanza tiene su énfasis tanto en las prácticas científicas como en el contenido replanteado para su enseñanza.

Esta propuesta parte considerando que los infantes, al tratar de comprender el mundo natural que les rodea, se comportan de manera similar a los científicos al ser inquietos, y tendientes a observar, experimentar y compartir ideas y explicaciones acerca de los fenómenos naturales que son aspectos básicos de la investigación científica.

Los profesores poseen más experiencia y cuentan con las herramientas que permitirán, si se tiene la formación adecuada, orientar los procesos de construcción de conocimiento desde las primeras edades.

Así, este capítulo pretende hacer una propuesta sobre cómo enseñar ciencias a partir de preguntas sobre la fenomenología asociada a los hechos naturales y plantea sugerencias para la formación de profesores en la educación en ciencias para niños a partir de la comprensión que posibilite tener más de una mirada sobre un fenómeno.

¿Qué significa hacer ciencia con los niños? Esta es una pregunta que nos guía a lo largo de este trabajo y cruza no solo la disposición natural del niño de pensar acerca de la naturaleza, sino la generación de condiciones para la comprensión de los fenómenos que deben ser el blanco de las prácticas de enseñanza en la primera infancia.

Introducción

La capacidad que tienen los niños de aprender ciencias se basa en el conocimiento causal que tienen del mundo natural y en la posibilidad de diferenciar entre fuentes de conocimiento. Así, se debe aprovechar aspectos del pensamiento de los niños que pueden servir como base para desarrollar el razonamiento científico. Por ejemplo, los niños pequeños entienden que una cosa puede representar otra (tal como un avión de juguete o un modelo a escala) (AA. VV., 2007, p. 53), que proporciona un punto de partida para el modelaje y la modelización (Tuay-Sigua, 2012). Estos aspectos nos dan a los educadores horizontes para no subestimar lo que los niños son capaces de hacer, pues llegan a la etapa escolar después de años de crecimiento cognitivo en las que han desarrollado una amplia gama de formas de entender y razonar sobre el mundo que les rodea.

Nuestro objetivo en este capítulo es describir una experiencia de formación de maestras de preescolar (3-6 años) realizada durante de un año. Consideramos que involucrar al maestro en formación en el aprendizaje de la ciencia, "haciendo ciencia", en un proceso de adquisición de conocimientos similar al que se propone para sus estudiantes: viviendo experiencias que buscan compromiso y comprensión conceptual. Los tres objetivos fundamentales que se buscan son: 1) Proporcionar a los/as docentes actividades (lo que ellos llaman "experimentos") y unas herramientas que se puedan utilizar directamente (o después de un simple reajuste) en su propia práctica docente con los niños, con el material utilizado comúnmente de bajo costo; 2) Ayudar a los/as maestros/as en la construcción de un conocimiento más específico de los contenidos (en este caso la física) y de experimentar de primera mano el "hacer ciencia", y 3) Enseñar cómo documentar y analizar los procesos de aprendizaje de los niños, no sólo en términos de contenido.

Un aspecto importante del trabajo es que al tiempo que experimentaban nuevas ideas y formas de trabajo con los niños, que documentaban con fotografías y videos, transcripciones de conversaciones y notas del maestro, también se hacía parte del trabajo de formación con todos los maestros del grupo. Esto permite que a partir de la narración con ejemplos, imágenes, palabras y dibujos de los niños y comentarios de los integrantes del grupo de maestros se construya una forma de trabajar con los niños y un proceso de formación de las profesoras coherente con el cuadro que va surgiendo del contexto del aula.

Justificación teórica

Cuando se pregunta por la necesidad de formar los niños en Ciencias Naturales, surgen al menos cinco niveles de discusión:

1. El epistemológico, que abarca la comprensión acerca de las Ciencias Naturales, así como la imagen que tenemos de ella.
2. El cognitivo, acerca de la necesidad de enseñar ciencias a los niños y el desarrollo de los procesos de construcción de conocimiento.
3. El didáctico, que comprende las condiciones para enseñar ciencias a los niños.
4. El de aplicación, donde los niños ponen en juego las habilidades de pensamiento en diferentes escenarios
5. El de formación, a través de la formulación de propuestas diferentes de enseñar ciencias.

Para abarcar el nivel epistemológico, es necesario centrarse en la existencia real de la ciencia, en un conjunto de ideas para pensar los procesos de abstracción e idealización de regularidades o en las concepciones que surgen a partir de su práctica. Es así que se asumen diferentes posturas sobre el carácter de la ciencia, que abarca, según Gagliardi y Giordano (2015), desde un conjunto de conocimientos sobre el mundo natural hasta un conjunto de teorías y sus cambios a lo largo del tiempo. Asimismo, contempla las formas de representación y construcción de modelos y representaciones mediante lenguajes elaborados, la formalización y organización de la experiencia, la centralidad de los agentes humanos que permite comprender la ciencia como la práctica, y la participación en redes de instituciones que comparten valores para dar cuenta de las relaciones entre el conocimiento científico y el mundo.

Todas estas consideraciones nos llevan a una idea general de la ciencia como proceso, de tal manera que no es solo un conjunto de conocimientos, sino también una forma de comprensión que tiene una historia y una manera de proceder.

Parte de la investigación en ciencias cognitivas demuestra que los niños son competentes, activos y tienen el potencial de desarrollar una comprensión sobre la ciencia. Los estudios sobre las características de los niños frente al aprendizaje de la ciencia desde el comienzo de su educación científica consideran que estos son capaces de aprender a través de cuatro niveles de Competencias Científicas (AA. VV., 2007), a saber:

1. Conoce, usa e interpreta explicaciones científicas del mundo natural.
2. Genera y evalúa evidencia científica y explicaciones.
3. Comprende la naturaleza y el desarrollo del conocimiento científico.
4. Participa de manera productiva en prácticas y discursos científicos.

Estos niveles están relacionados con el conocimiento, a veces implícito, del mundo natural que tienen los niños cuando ingresan a la etapa escolar. Una tarea fundamental consiste en ayudarles a entender y utilizar el conocimiento científico, de tal manera que tengan puntos de partida para el desarrollo de un razonamiento y una argumentación científica. Y, además, puedan aprovechar las oportunidades de aprendizaje desde las prácticas, para que así sean competentes en la ciencia. Un ejemplo de esto es “aprender cómo diseñar experimentos en forma controlada permite a los estudiantes descubrir y verificar el conocimiento sobre los factores de causalidad en el mundo natural” (AA. VV., 2007, p. 351).

También es importante comprender que los cuatro niveles de competencia avanzan de manera conjunta y que la capacidad de razonamiento y argumentación están limitadas por el conocimiento conceptual, la naturaleza de las tareas y la evolución del propio pensamiento de los niños.

La forma en cómo los niños aprenden ciencia debe estar en armonía con la manera de enseñar la ciencia. Así es necesario propiciar oportunidades para la interacción en el aula, donde los estudiantes llevan a cabo investigaciones y puedan discutir, llegar a consensos y comunicar sobre las observaciones de los fenómenos, la comprensión de las ideas científicas y las formas para ponerlas a prueba. Para ello, se debe llevar al aula diferentes métodos, incluyendo la adquisición e interpretación de los datos, como la observación y modelización, la búsqueda de regularidades, el uso del lenguaje de la ciencia y la elaboración de explicaciones de manera individual y colectiva, entre otros.

El dominio de la ciencia no solo consiste en tener conocimiento de los hechos y conceptos, sino en la forma en que estas ideas y conceptos se relacionan, sus implicaciones y aplicaciones con diversos grados de profundidad, para dotarlos de sentido en el desarrollo de la capacidad de razonar sobre cuestiones de ciencias. Esto implica un proceso de desarrollo conceptual que, en algunos casos, requiere reorganización a gran escala del conocimiento. No es una simple acumulación de información, sino todo un desarrollo de actitudes y habilidades cognitivas, de pensamiento, destrezas sociales y de comunicación para construir una base en pro de la comprensión científica. (Piaget, 1973; Vygotsky, 1978).

Lo que pueden hacer los niños depende, en gran parte, de las oportunidades que se les brinda para que aprendan, pero no como una secuencia fija de desarrollo, ya que sus conocimientos y experiencias juegan un papel fundamental en el aprendizaje de la ciencia. Los conceptos de los niños pueden ser, a la vez, recursos y barreras emergentes para la comprensión de la ciencia. Estos conceptos se pueden enriquecer y transformar mediante experiencias apropiadas en el aula. Los niños requieren de apoyo y experiencia para participar en las prácticas científicas.

El hecho de propiciar a los niños experiencias con el mundo natural para comprender cómo funciona les permite construir, acercarse a la indagación y a la exploración de intereses. Existen varias maneras de participar en las prácticas científicas, como la manipulación directa de los objetos, las relaciones entre materiales y fenómenos que implican la predicción, la planificación, la recopilación y el registro de datos, la organización de las experiencias, la búsqueda de patrones y relaciones que pueden ser compartidas y de las cuales pueden surgir nuevas preguntas. Estas acciones acercan a niños a una práctica científica (Bransford, J.; Brown, A. & Cocking, R. 1999).

Por último, la formación de profesores para una enseñanza científica de calidad involucra a que los maestros aprendan ciencia "haciéndola"; en un proceso de aprendizaje similar al que se propone para sus estudiantes, que estos vivan experiencias que producen compromiso y comprensión conceptual.

Estas experiencias deben ser principalmente para aprender (AA. VV., 2007, p. 311) a:

- Pensar científicamente.
- Analizar los fenómenos.
- Participar en discusiones significativas con sus compañeros.
- Trabajar como comunidad para interpretar las pruebas determinantes y lo que cuenta.
- Construir una actitud constante de reflexión sobre la práctica, mientras se aprende conocimiento respecto de las principales cuestiones científicas y sus conceptos básicos.

Así es que el maestro debe estar preparado con los conocimientos que tiene que ofrecer a sus estudiantes mientras se plantea ejemplos de cómo estructurar las experiencias de aprendizaje en la escuela y la manera de juzgar su eficacia.

Participantes

Un total de diez maestras de la escuela infantil "Scuola dell'infanzia Augusto Alimonta" (Pieve di Bono, Prezzo (Tn), Italia) en su cuarto año de formación y diez niños de una clase de dos maestras del grupo en formación. Como parte de sus obligaciones laborales, las maestras participan en sesiones de formación, particularmente en la enseñanza de la ciencia.

Diseño

Son cuatro sesiones de tres horas con las maestras en la tarde y dos intervenciones del investigador con los niños por la mañana, en la primera y última reunión con las maestras, como lo muestra la siguiente tabla.

	Primer día	**Segundo día**	**Tercer día**	**Cuarto día**
Mañana	En la escuela con los niños.			En la escuela con los niños.
Tarde	Formación de maestras.	Formación de maestras.	Formación de maestras.	Formación de maestras.

Del concepto de equilibrio al de densidad: una vía para la comprensión de la ciencia en los niños. Un proyecto de formación desde investigación-acción

Objetivos

El curso de formación tuvo los siguientes objetivos:

1. Proporcionar a las maestras ideas, actividades (reconocidos como "experimentos") y herramientas que se puedan utilizar directamente (o después de un simple reajuste) durante la práctica docente con los niños, con el material utilizado comúnmente y otro a bajo costo.

   Los maestros están constantemente buscando actividades científicas (en textos, internet, YouTube, etc.) que se pueden proponer en el aula, pero a menudo éstas son inadecuadas y sin sentido para los niños (aunque siempre espectaculares). También las fuentes de las que extraen estas ideas son muy precisas en la descripción de cómo reproducir un fenómeno, pero no tanto en cómo ayudar a los niños a explorar, dejando espacio a su propia interpretación ya que siempre existe la "solución", la interpretación considerada "correcta".

2. Ayudar a las maestras a construir un conocimiento más específico de los contenidos (en este caso, de la física) y de experimentar de primera mano el “hacer ciencia”.

   A menudo los maestros no quieren correr el riesgo de proponer recorridos y actividades científicas en la escuela porque no se sienten preparados en el campo. No solo sienten temor por no saber cómo responder a las preguntas difíciles de los niños, sino por no dar el énfasis correcto a sus propias observaciones, ya que simplemente no ven sus ideas apoyadas por los científicos o por lo que se encuentra en la historia de la ciencia.

   El maestro que experimenta, razona sobre los procesos de causa-efecto, identifica las variables importantes que regulan un fenómeno, buscan soluciones creativas e innovadoras a problemas reales en un clima de colaboración entre pares, siente menos temor frente a una trayectoria científica en la clase y no tiene miedo de escuchar y seguir las propuestas de sus estudiantes.

3. Enseñar cómo documentar y analizar los procesos de aprendizaje de los niños, no solo en términos de contenido.

   A partir de la reflexión sobre la forma de aprender la ciencia “haciendo ciencia” y desde algunos episodios de aprendizaje de los niños en presencia del investigador, se discute cómo revisar la manera de llevar la cienci*a al aula. Se analizan modelos de escuela subyacente, vista como un lugar donde se hace ciencia (no solo donde se transmite conocimiento de los resultados obtenidos por los científicos), se construye el conocimiento de forma activa y colaborativa, se reflexiona sobre su propio aprendizaje, y se aprende a aprender.*

Contenidos

A principios de la ruta de formación, los maestros expresaron su interés en el fenómeno de “equilibrio”. El tema elegido es crucial en la vida: la experiencia de los niños que acaban de aprender a caminar, que pasan horas haciendo construcciones, exploran profusamente situaciones de equilibrio precario que emanan de su propio cuerpo y de los objetos que los rodean. Igualmente central es el tema en la física, que le dedica un capítulo entero a la mecánica, la estática, y que estudia los fenómenos térmicos esencialmente en condiciones de equilibrio. Y por qué no mencionar, finalmente, los significados metafóricos, psicológicos y relacionales de equilibrio.

Por lo tanto, el equilibrio fue el tema que decidimos explorar. Trabajamos en un modelo de relación maestro-estudiante, que se podría aplicar a su vez con los niños. Luego tratamos de trabajar en el mismo ambiente de la escuela, utilizando materiales y herramientas disponibles para proponer formas de interacción que se pueden replicar en el aula con los niños y no solo en situaciones de capacitaciones controladas y "limpias".

Las sesiones de formación de la tarde, con las profesoras, comenzaron con un taller sobre una actividad experimental propuesta por el investigador; el fenómeno sugerido era fácil de abordar, tal como para generar dudas y preguntas inevitablemente. Para algunas de ellas estamos buscando una respuesta a partir de las experiencias personales, examinando el fenómeno más de cerca, identificando, cambiando las variables y observando cada vez los efectos.

El taller se desarrolló a partir de las preguntas de las participantes sobre lo que estaban viendo y no en conceptos abstractos (por ejemplo, se ve el corcho flotante, pero no la fuerza de Arquímedes), para llegar más tarde a una o varias posibles interpretaciones (ej.: Tiene que haber algo que sostiene el corcho...) poniendo en marcha un bucle resonante experiencia-lenguaje-conocimiento en términos de Guidoni (Arcà, Guidoni & Mazzoli, 1990, p. 21).

Decidimos trabajar en pequeños grupos (4-5 personas) durante el estudio experimental de los fenómenos. La dimensión del grupo es importante y se utiliza para compartir las experiencias, los resultados y, sobre todo, las preguntas. El papel del investigador es explorar la realidad junto con las maestras, crear un entorno favorable de aprendizaje, relanzar preguntas sin proporcionar *a priori* su interpretación. En su intervención, el investigador ayuda a distinguir los planos de observación, representación e interpretación, epistemológica y cognitivamente distintos pero estrechamente interconectados, (Gagliardi & Giordano 2015).

Se observa cuidadosamente y se toma nota de lo que sucede; se analiza qué varía o se mantiene, cambiando ciertas condiciones; se formulan las primeras interpretaciones: ¿Por qué sucede esto?, ¿cuáles son las condiciones que deben cumplirse para que esto ocurra? Las maestras ponen aprueba en modelo interpretativo formulado con otras situaciones o sobre otros objetos. Si el modelo funciona (incluso siendo capaz de predecir los comportamientos antes de que ocurran), lo tenemos en cuenta al menos hasta la próxima prueba. Y el juego continúa, sin final. Es el juego de hacer ciencia y entenderla. Solo al final del encuentro el investigador propone la interpretación de la ciencia no

como “verdad”, solo como la mejor explicación frente a lo que sabemos hasta el momento.

Teniendo en cuenta la edad de los niños involucrados, la explicación que se propone tiene que ser correcta, pero necesariamente en un nivel básico, susceptible de un estudio adicional no demasiado sofisticado. Ni para las maestras ni para los niños se han diseñado tarjetas didácticas o secuencias de actividades estructuradas en un recorrido predeterminado de aprendizaje. La ruta se va construyendo gradualmente de acuerdo a la respuesta real de las maestras en formación.

El encuentro del investigador con las maestras en la primera y la última tarde se dedicó principalmente a la reflexión sobre lo que pasó con los niños durante la mañana y esto (sobre todo a partir de las preguntas que surgieron en la escuela) condujo a los adultos a nuevas investigaciones y experimentos.

Una opción metodológica importante fue mantener el taller con las maestras en el mismo lugar donde los niños habían trabajado en la mañana, teniendo cuidado de dejar, dentro de lo posible, el entorno sin cambios. Así era más fácil de reconstruir lo que pasó y también reflexionar sobre la importancia que el ambiente de trabajo había cubierto en la evolución del taller.

La reconstrucción *a posteriori* del recorrido con los niños

Sería ambicioso contar todas las actividades y todas las ramificaciones que se han multiplicado durante el proyecto (véase el mapa final de los profesores, Figura 1).

Lo que sigue, entonces, es solo una línea que consideramos de especial interés. Esta fue identificada en un proceso de investigación que, por su naturaleza, nunca se desarrolla con linealidad.

El relato de la historia se basa en los datos cualitativos que pudimos recoger, como notas personales, anotaciones e informes de las maestras, fotos y grabaciones de video.

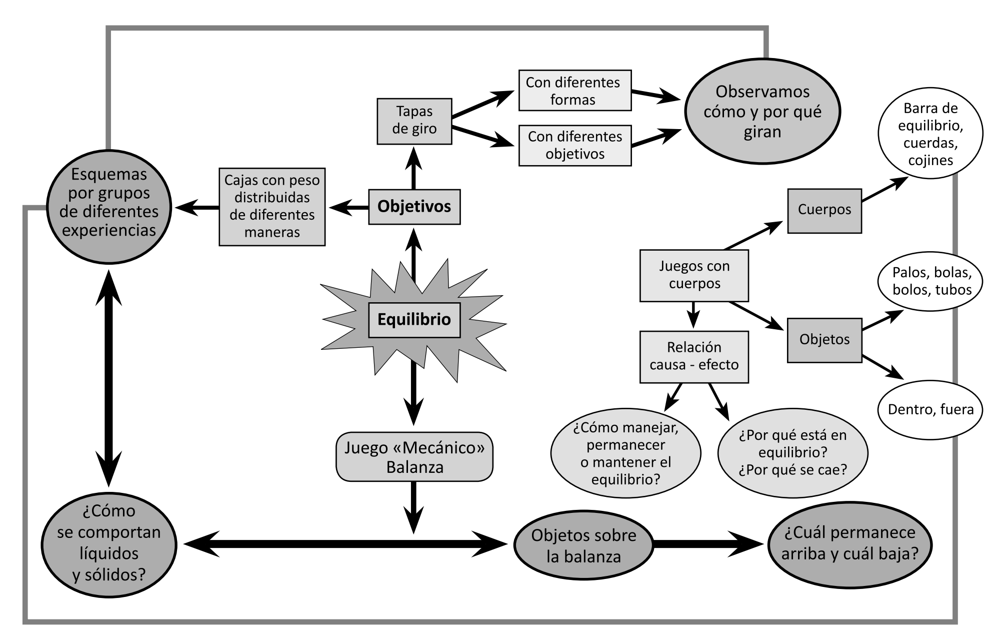


Figura 1. *Extensión del trabajo de las maestras en formación*

- *Primer encuentro del investigador con los niños, en presencia de sus maestras*

La presencia del investigador en el aula con los niños está diseñada explícitamente como una parte integral de la formación de los profesores. Es una nueva práctica para los profesores, no experimentada en cursos anteriores.

Las maestras:

1. Tienen la oportunidad de observar un estilo diferente de gestión e interacción (el del investigador) no necesariamente mejor, pero a menudo diferente y entonces estimulante para la reflexión.
2. Pueden observar a los estudiantes en su contexto habitual, pero desde diferentes puntos de vista. Esto a menudo conduce a descubrir o reevaluar algunas capacidades de los niños que a veces no surgen en la dinámica de las clases regulares. También permite al investigador observar la relación docente-estudiante en el transcurso de un taller.

El primer día el investigador invitó a los niños (18 en total, 11 hombres y 7 mujeres) a jugar con varillas cilíndricas de madera de aproximadamente un metro de largo. Las actividades se desarrollaron con la colaboración de las maestras de la clase.

La elección del material fue escogida según la experiencia del investigador y sobre el potencial de estos objetos de bajo costo y poco estructurado, lo que permitía posibilidades múltiples de uso y no obligaba a los niños a desarrollar actividades predecibles.

La tarea, intencionadamente genérica y no técnica, fue tratar de sostener las varillas con un dedo. Tras una serie de intentos que dieron lugar a soluciones inesperadas y aceptadas por las maestras, como las de tomar la varita con un dedo, alguien comenzó a apoyar la varita con un dedo extendido (ver Figura 2). Así, encontraron que se podría lograr solo si el dedo se coloca en un lugar particular, que ellos llamaron “punto especial” y que se encuentra en el centro de la vara.



Figura 2. *¿Quién ha dicho que las cosas se pueden sujetar solo con los dedos?*

Esta situación, en la que la varilla está en posición horizontal, se identificó de inmediato por los niños en términos de equilibrio: «La varita está en equilibrio», dijeron. Durante el ejercicio, también encontraron otra configuración de equilibrio, un poco más difícil de conseguir y mantener: una en la que la barra se apoya en un extremo, en posición vertical.

Una vez familiarizados con el fenómeno, el investigador propuso una variación, siempre utilizando material asequible. Sugirió clavar unas clavijas de madera en los extremos de las varillas.

Los niños, al igual que las maestras, se divirtieron al cambiar el número y posición de las clavijas de ropa, descubriendo que el “punto especial” siempre estuvo presente (es decir, que siempre era posible apoyar el objeto con un dedo), pero, dependiendo de la posición y el número de las clavijas, no siempre se encuentra en el centro.

El término “equilibrio” nunca fue definido explícitamente, ni por las maestras ni por el investigador. Aun así, los niños tuvieron una idea bastante clara de lo que significa esa palabra. Cada vez que se les propuso un objeto nuevo, ellos se concentraban es encontrar la manera de hacerlo “mantener en equilibrio”.

Se puede reconocer un proceso de construcción del conocimiento a través de variaciones (Runneson, 2006) que permiten encontrar, a un primer nivel fenomenológico, lo que los físicos llaman variables significativas, por ahora identificadas tanto en términos de fáctica (posición el punto de apoyo en relación con la distribución de los objetos a su alrededor) como teóricamente (el punto especial).

El análisis de los movimientos de los niños, sus gestos y sus interacciones, entre otros, permite también encontrar una gran cantidad de prácticas científicas. Debido a que no podíamos describir todo, elegimos en particular una de estas prácticas: argumentar y discutir. La discusión es de gran importancia en cada etapa, sobre todo si se lleva a cabo cuando las actividades terminan, cuando los niños están menos comprometidos y más dispuestos a ser cuestionados. Las palabras no son la vía más exitosa para explicar, decir o enseñar a los adultos la complejidad de lo que han descubierto. En cambio, con mostrar y repetir las acciones y hacerlo con sus compañeros resulta más fructífero; solo al final se pueden compartir términos que parecen describir mejor los fenómenos.

Incluso el maestro o el investigador, si interviene, reutiliza términos de los niños que eventualmente une a un lenguaje específico, presentado como otra manera de dar un nombre a la idea que han expresado. En la reflexión posterior de los adultos y en las sesiones de formación de los profesores se señaló la parte más dura del recorrido: evitar sustituir la realidad que los niños pueden explorar por sí mismos, encontrar un equilibrio, a propósito del tema, entre sugerir y dejar descubrir.

Uno de los aspectos más importantes es el comienzo del camino, del que adjuntamos un breve ejemplo:

- Maestro: ¿Qué objeto es capaz de estar de pie por sí mismo?
- Niño: No, un palo está de pie por sí solo únicamente si lo plantas.
- N: Un cubo
- N: Sí, un cubo.
- N: Pero si lo pones en bajada no está en equilibrio, da una vuelta.
- N: Una mesa.

- N: La silla.
- Maestro: Bueno, la silla. ¿La silla sabe cómo estar en equilibrio en un pie solo?
- N: Nooo (prueba y muestra a la maestra).
- Maestra: ¿Y dos?
- Niños: Noo (todavía tratan...).
- N: No está sobre dos patas, pero luego cae de pie.
- N: Maestra, tiene que ponerla más abajo (es decir, dejar la silla en dos patas, pero más inclinada).
- N: ¿Ves que cae?
- N: Pero nosotros tenemos dos piernas y podemos estar de pie, incluso con una (y la muestra).
- N: Pero los animales tienen 4, el perro tiene 4...

Todo el tiempo surgen preguntas, algunas serán tratadas en esta ruta y otras permanecerán necesariamente abiertas. Por supuesto, las discusiones de los niños, sus palabras y sus gestos tienen que ser interpretadas. El profesor lanza la pregunta sobre el equilibrio en términos cotidianos mediante el uso de la expresión “de pie”. Un niño introduce el término “equilibrio” y aporta ejemplos de objetos (el cubo) en el que no son fácilmente reconocibles “pies”, pero esto entonces se pierde y la discusión posterior se orienta en busca de ejemplos en los que son más fácilmente reconocibles extremos análogos al pie o la pierna.

Es interesante el caso de la silla que, a diferencia de los humanos no está en equilibrio sobre dos patas, pero en 4 como los animales, que puede ser inclinado y caer “de pie”, caso que se discute por el hecho de que no se entiende si la silla se caiga.

Incluso en este breve resumen podemos reconocer otra característica clave de la comprensión de los niños: volver la pregunta general a situaciones concretas notas y proceder por analogía (Guidoni, 2003).

Como bien se puede reconocer el valor de la interacción de los niños y el adulto, que permite enriquecer la gama de experiencias a discutir, se pone de manifiesto tanto el sentido del término *equilibrio-estar de pie* como la variedad de las condiciones de su realización.

- *¿Cómo las maestras continuaron la investigación en la escuela?*

En el análisis de la trayectoria real de aprendizaje, que es el propósito de este trabajo, se ha optado por mirar hacia la aparición de algunas de las variables físicas básicas. Esto nos obliga a considerar el punto de vista del investigador (que es un físico) más que el de las maestras, que siempre han gestionado el trabajo con los niños en una perspectiva de gran complejidad y riqueza.

Después de la discusión que acabamos de documentar, el recorrido en la escuela continúa centrándose en el equilibrio relacionado con el cuerpo: pararse en un pie, caminar a lo largo de una línea, sobre la vara de equilibrio, con los ojos abiertos y cerrados.

Regresan a la actividad de las varillas después de conocer tapas, bicicletas, *hula hoop* y más objetos particulares, ya que tienen la peculiaridad de mantenerse "en equilibrio" solo si se mueven. Más tarde, las maestras han vuelto a presentar el juego de las varillas hecho inicialmente con el investigador.

En este segundo taller, experimentando libremente y siempre haciendo variaciones, los niños empezaron a identificar con mayor precisión las variables involucradas y a hablar de forma espontánea de objetos "pesados o ligeros", señalando que "la varita se inclina hacia la parte que pesa más."

Para explorar esta cuestión y ayudar a los niños a continuar en su investigación, la maestra no pide explícitamente lo que quieren decir con pesado o ligero, pero les pregunta: "¿Cómo se puede entender cuál de los dos objetos es más pesado o más ligero?"

La primera respuesta es: "Yo los guardo cada uno en una mano y lo siento". Pero pronto resulta que este método, incluso si funciona bien en algunos casos, no siempre es útil, especialmente cuando los dos objetos en cuestión tienen un peso similar. Entonces los niños dicen: "Necesitamos una balanza".

Utilizando lo que han aprendido durante las reuniones con el investigador y los compañeros, la maestra propone construir una balanza con una percha de ropa. Esta báscula construida no se parece mucho a la que los niños ven en su hogar (ej.: Balanzas electrónicas), pero de pronto ha sido utilizada y aceptada como una herramienta útil e intuitiva: recuerda el gesto del "pesar" con las manos dos objetos, pero es más sensible. Además, su comportamiento es similar a la de la varita de madera: se inclina hacia la parte más pesada.

Poniendo diferentes materiales y objetos en dos vasos en suspensión por un hilo a los lados de la balanza, los niños controlan la exactitud de sus previsiones. La longitud de los hilos es la misma para ambos lados y la situación de equilibrio coincide con el momento en el que los dos vasos están a la misma altura. Los niños son guiados hacia una experimentación más rica y compleja a través de intervenciones delicadas de la maestra, que se introduce en sus pasos usando también objetos y sugerencias que el investigador propuso a los adultos.

Los adultos, por ejemplo, han trabajado en la idea de simetría-asimetría y de horizontalidad. La maestra decide introducir estos temas también en el trabajo de los niños y plantea la pregunta: ¿El equilibrio funcionaría incluso si los hilos son de diferentes longitudes?

Las maestras proponen algunas de las situaciones problemáticas experimentadas y resueltas durante el proceso de formación y con una metodología similar; el guía no suministra la respuesta, que llega solo después de una serie de experimentos.

Los niños entonces jugaban con el cambio de diferentes variables, encontrando que si dos objetos muestran tener el mismo peso con la báscula “simétrica”, seguirán mostrándolo en la nueva “asimétrica”. El indicador de la condición de equilibrio (mismo peso) en este caso no era la altura de los vasos, sino la horizontalidad de la base del triángulo (ver Figura 3). En ese momento se sugiere modificar la báscula pegando un pequeño nivel a burbuja en la percha, con el fin de reconocer fácilmente la condición de equilibrio. La introducción de esta herramienta, por el investigador con los maestros y más tarde por las maestras con los niños, ha sido un reto y tal vez un azar; definitivamente no es un objeto que hace parte de su experiencia.



Figura 3. *La balanza con vasitos en equilibrio, pero “asimétrica”*

Inesperadamente esto ha cautivado a los niños, porque es un nuevo objeto utilizando por los "grandes" y es útil: funciona. De inmediato comenzaron a utilizarlo de manera apropiada. En ese momento se decidió no investigar la razón por la cual la burbuja se pone en el centro cuando el nivel está en posición horizontal (Ver Figura 4).

Está claro que para cada observación, comentario o idea podría nacer un nuevo recorrido de aprendizaje y, por consiguiente, una nueva línea de investigación. En este caso, las maestras, en colaboración con los niños, toman decisiones y hacen opciones: Por un lado, no tiene sentido seguir un camino predefinido a priori que no toma en cuenta los intereses y en especial modo la contribución de los niños; por otro lado, es imposible seguir todas las infinitas ideas que proporcionan las actividades experimentales si se desea realmente llegar a comprender, o al menos acercarse a la comprensión de un fenómeno.

Los niños experimentaron la báscula con diferentes materiales granulares (harina de maíz, sal, lentejas, etc.). Desde ese momento, las básculas no solo fueron utilizadas durante las actividades específicas, pero siempre estaban en el aula, a disposición de los niños para usarlas cuando quisieran.

Una actividad que para un adulto puede parecer acabada porque es aprobada (y aparentemente entendida) varias veces, para los niños puede ser siempre interesante y, de hecho, cualquier exploración siempre da nuevos detalles, sorpresas e ideas para jugar. Del mismo modo que en la noche les gusta contar la misma historia, que realmente nunca es tan fiel a sí misma.
No debería sorprendernos, pero esta analogía es la que más se parece al trabajo de los que hacen investigación (los científicos): *Provando e Riprovando*. (Lema de la Accademia del Cimento).



Figura 4. *Los niños dibujando en grupo la balanza con vasos*

- *Segundo encuentro del investigador con los niños en la clase*

En esta oportunidad, los niños también se organizaron en grupos pequeños de 4 o 5. El papel del investigador fue esencialmente el de una persona "mal informada acerca de los hechos". Esta vez los niños le ayudaron a entender a partir de sus experiencias, ideas y descubrimientos.

El investigador formuló: "Los dejé hace mucho tiempo jugando con las varillas de madera. Vamos a ver lo que han experimentado y lo que ahora me pueden enseñar".

Los niños han dado la bienvenida al investigador en su laboratorio lleno de básculas y le mostraron su funcionamiento. Su experiencia les hizo sentir expertos y realmente tenían conocimiento con respecto a esos objetos específicos. Ellos construyeron y pusieron a prueba diversas formas.

Ahora que todos, incluso el recién llegado, descubrieron la manera de usar la báscula, el investigador propone una nueva situación: "Ahora tomo un vaso lleno de harina de maíz y lo pongo a un lado de la báscula. Al otro lado tratamos de poner la 'cantidad correcta' de sal". La pregunta fue deliberadamente genérica y aproximada (¿qué significa «correcta»?) para ver cómo la interpretarían. Teniendo en cuenta su conocimiento disciplinar, el investigador decide explorar con los niños cuánto pueden profundizar la idea de «cantidad».

Los niños empiezan a trabajar por su cuenta y encuentran que la «cantidad correcta» de sal es aproximadamente la mitad de una taza. Lo enseñan a los adultos a pesar de que para ellos era un poco inquietante.

- Investigador: ¿Están seguros que es la cantidad correcta?
- Niños: "Sí, ven y ve."

Ellos muestran que la balanza está en equilibrio (Ver Figura 3).

- Investigador: "Qué extraño, por un lado, un vaso lleno, y el otro a la mitad... ¿Por qué?".

Un niño ofrece una explicación: "El hecho es que la sal está hecha por granos grandes, mientras que la harina tiene granos pequeños. Menos granos de sal pesan como tantos granos de harina". Aparece *in nuce* la idea de que es importante si el material es espeso o, como dirían los físicos, denso (Arcà, Guidoni, Mazzoli, 1990).



Figura 5. *Las balanzas construidas con perchas: cada uno tiene la posibilidad de explorar los fenómenos según sus propias ideas.*

Sin expresar ninguna opinión, el investigador propone someter la idea a la prueba experimental, usando la sal fina en lugar de la sal gruesa. Los niños lo toman como un reto y van de inmediato a experimentar. El resultado es bastante similar al caso anterior: un vaso de harina corresponde aproximadamente al doble de una taza de sal, aunque la sal es fina. Experimentando con otros materiales, los niños han llegado a obtener varios vasos que contienen diferentes cantidades (en volumen) de diferentes sustancias. A la pregunta "En su opinión, ¿cuál de ellas pesa más?" Alguien contestó: "¿Pero qué pregunta es? Todos ellos tienen el mismo peso, venimos de pesarlos".

A continuación comienza la diferenciación entre la variable "peso" (la que se mide con la báscula) y la variable "volumen" (o la altura que el material alcanza en el vaso). Para un físico se podía hablar de inicio sobre la comprensión del concepto de densidad, un concepto difícil para muchos adultos cuando se presenta formalmente a niveles escolares más avanzados. Obviamente, esta primera oportunidad debe ser desarrollada y ampliada en un largo camino (Arcà, Guidoni & Mazzoli, 1990), que se podría alcanzar en los siguientes niveles escolares en un inicio de una visión microscópica de la materia.

Proyecciones y conclusiones

Al final de este camino nos gustaría expresar unas pocas consideraciones:

Como suele suceder en un ambiente real de investigación en el campo, el recorrido alcanzado con los adultos y niños era solo en parte predecible, tanto por el investigador como por las maestras. Aunque la investigación sigue realmente los intereses de los alumnos, se muestra por las maestras al comienzo del proceso de formación como una cuestión problemática. No tener el «control total» del desarrollo del recorrido es una de las principales causas que impiden a los maestros el llevar a cabo un trabajo de investigación-acción. Este recorrido es conocido en la escuela primaria como «programa»; aunque en Italia no hay programas, sino algunas indicaciones nacionales (Miur, 2012) y objetivos de competencias a alcanzar.

A menudo, los grupos de niños, así como los de maestros en formación, trabajan en paralelo en las mismas experiencias. Al final, se dedica tiempo para compartir lo experimentado. Los maestros no tienen la capacidad de registrar siempre lo que está sucediendo en cada grupo, pero se sigue en cada grupo algunas de las fases de trabajo, de los argumentos y de las discusiones. Al ser imposible llevar un registro de la trayectoria completa de cada grupo, la documentación que se puede obtener es poco detallada y no es fácil hacer una reflexión retrospectiva. Esto, si por una parte constituye un límite para los objetivos de la investigación, es en cambio esencial para la formación y permite una forma diferente de participación (Giudici *et al.*, 2009).

No solo se observa la colaboración de los niños dentro de cada grupo pequeño, pero, al mismo tiempo, vemos que los grupos pequeños colaboran entre sí (como los grupos de científicos hacen).

La fase final de la reflexión es un momento no solo de agregación, pero sobre todo de comparación: se contrastan los resultados obtenidos por los distintos grupos, se hacen críticas, se invita a comprobar. Y esto solo es posible si todos trabajan en la misma experiencia al mismo tiempo.
Sobre la documentación: los maestros, a pesar de estar firmemente convencidos de la importancia de documentar la trayectoria con sus niños, encuentran en ésta uno de los mayores obstáculos. Informan que el trabajo con los niños es tan adictivo (a menudo solo hay un maestro en el aula) que documentar es una acción perturbadora y distractora, tanto para ellos como para los niños. Otra cosa

sería si hubiera una figura con la función exclusiva de documentar a través de diferentes medios. Un recurso que los profesores han utilizado, pero no de una manera sistemática debido a la falta de costumbre, es el uso de grabaciones de audio y video.

Sin embargo, introducir este método de documentación requiere un tiempo largo adicional para revisar los datos y analizarlos desde diferentes puntos de vista. Esta propuesta estaba fuera de este proyecto, pero podría ser objeto de una mayor investigación y formación conjunta (Giudici *et al.*, 2009).

Los profesores y los niños, frente a cada buena pregunta, esperaban y casi exigían una buena respuesta del investigador. En cambio, a lo largo del proyecto maduró la idea de que en un contexto científico las buenas preguntas son tan importantes (si no más) que las respuestas (Gaarder, 2006). El hecho de que al final muchas cuestiones estuvieran todavía pendientes no era visto como un fracaso, sino más bien como un recurso, un nuevo comienzo para otros experimentos y otros estudios.

Para los niños todas las oportunidades, desde la entrada a la escuela a la hora del almuerzo, fue favorable para experimentar el equilibrio. Las maestras, que a menudo están en búsqueda de actividades que impacten a los niños, lucharon para seleccionar todas las propuestas de los niños y su entusiasmo. Y este juego, del «quehacer los científicos», continúa en la casa.

El mensaje es que hacer ciencia es una actividad intelectual no prerrogativa exclusiva de la escuela: es para todo el mundo; es emocionante e interesante descubrir cómo funciona la realidad. También es divertido. Luego vienen las preguntas, los votos, las repeticiones de fórmulas sin sentido, pero eso es otra historia.

Referencias bibliográficas

AA. VV. *Taking science to school K-8*, National Academies Press, 2007. https://www.nap.edu/catalog/11625/taking-science-to-school-learning-and-teaching-science-in-grades

Arcà M., Guidoni P., & Mazzoli P. (1990). *Enseñar Ciencias.* Barcelona- Buenos Aires - Mexico: Piados Educador

Bransford, J., Brown, A. & Cocking, R. Editores. (1999). *How People Learn Brain, Mind, Experience, and School.* Washington, D.C: National Academy Press

Gaarder J. (2006). **¿***Hay Alguien Ahí.* Siruela: Madrid.

Gagliardi M., Giordano E. (2015). *Metodi e strumenti per l'insegnamento e l'apprendimento della fisica,* Edises: Napoli.

Giudici C., Krechevsky M. & Rinaldi C. (2009). *Rendere visibile l'apprendimento.* Reggio Emilia: Reggio Children ed.

Guidoni P. (2003). *Ripensando il pensiero proporzionale. La proporzione: non solo matematica. Equilibrio e compensazione: ricerca dell'invariante.* Seminario Cird, Milano, http://didascienze.formazione.unimib.it/cird/guidoni%2023.1.04/seminario_guidoni.htm

Miur (2012). - Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca, *Indicazioni nazionali per il curricolo della scuola dell'Infanzia e del primo ciclo di istruzione, Roma 2012* http://www.indicazioninazionali.it/J/

Piaget, J. (1973). The Child and Reality: Problems of Genetic Psychology. New York: Grossman.

Runesson U. (2006). What is it possible to learn? On variation as a necessary condition for learning, *Scandinavian Journal of Educational Research* 50, N.4, 397-410.

Tuay-Sigua, R, N. (2012). El papel de los modelos en la práctica científica. *Revista Científica* 16, 109-117

Vygotsky, L.S. (1978). Mind in Society: The Development of the Higher Psychological Processes. Cambridge, MA: The Harvard University Press.

Agradecimientos

Agradecemos a todas las maestras que participaron al proyecto: Monia Corradi, Claudia Fusi, Elisabetta Galante, Luisella Galante, Lucy Galliani, a la coordinadora de las maestras Alessandra Pomilio y especialmente a Rita Bertini y Nica Giovanelli con sus niños.

Capítulo 5

Un enfoque basado en la modelización, para pensar la educación científica en los primeros años de escolaridad

Nora Bahamonde
nbahamonde@hotmail.com
Universidad nacional de Río negro, Argentina

Contenido

- Resumen
- Introducción
- Contexto institucional
- Justificación teórica
  El Modelo Cognitivo de Ciencia Escolar y la Actividad Científica en las aulas
  El diseño de la actividad científica escolar (ACE) y la tarea de enseñar ciencias
- Desarrollo
- La enseñanza y el aprendizaje de las ciencias naturales basados en el enfoque de modelización en los primeros años de escolaridad
- Las Ciencias Naturales y su aporte a la alfabetización: Hacer ciencia a través del lenguaje
- Las Ciencias naturales y la formación de ciudadanía: aprender ciencias para darle sentido al mundo e intervenir en él
- Las Ciencias Naturales merecen un lugar en la escuela: ciencias para todos los niños y niñas en todas las edades
- Proyecciones y conclusiones
- Referencias bibliográficas
- Agradecimientos

Resumen

En el presente capítulo se presentan elementos de teoría y de campo para fundamentar el enfoque de modelización en la enseñanza de las ciencias en los primeros años de escolaridad. Para comenzar, se analizan algunos desafíos que enfrenta hoy la educación científica en la infancia, en cuanto a criterios: epistemológicos, de relevancia, contextualización, inclusión y pertinencia, en base a los resultados de la investigación educativa en la actualidad, que nos interpelan como docentes. Se vinculan estos desafíos con los objetivos de la enseñanza basada en modelos, que se propone favorecer el aprendizaje de los chicos, animándolos a generar, evaluar y criticar (tensionar con la realidad y con otros modelos) sus representaciones cognitivas sobre los fenómenos del mundo. Se describe y caracteriza este enfoque, distinguiéndolo de otros abordajes, y enfatizando la noción de Actividad Científica Escolar (Izquierdo, 2000), que procura que la clase de ciencias sea fuertemente teórica; esto es, orientada a la modelización de fenómenos, pero dando lugar siempre a la dimensión práctica de aplicación de los modelos a fenómenos de interés de la realidad, a partir del abordaje de problemas auténticos, significativos para los niños y la sociedad y que les permita intervenir en el mundo con valores. En este sentido se analiza la dimensión axiológica de la educación científica. En un segundo momento se ejemplifica el enfoque desarrollado a partir de algunas propuestas de aplicación llevadas a las aulas en el marco del Proyecto de Alfabetización Científica del Ministerio de Educación de Argentina. Se presentan producciones llevadas a cabo en el marco de las secuencias de actividades y recursos diseñados y se transcriben algunos resultados y conclusiones de la evaluación de su implementación, tendiendo puentes con los elementos teóricos desarrollados al inicio del capítulo. Para finalizar se plantean algunas de sus implicancias para promover la discusión y la reflexión por parte de los docentes.

Introducción

Una primera cuestión que puede resultar interesante de analizar, a la hora de reflexionar acerca de la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias en los primeros años de escolaridad es: ***¿Qué lugar ocupa hoy y cuál debería tener?*** Podríamos decir, sin equivocarnos, que en el nivel de la educación inicial o infantil se ensayan a menudo experiencias, aunque no siempre sistemáticas y secuenciadas, que ponen a los ***niños y niñas*** en contacto directo con los fenómenos y los acercan al mundo natural, mientras que en los primeros años de la enseñanza primaria, estas actividades son menos frecuentes o casi inexistentes, y a medida que avanza

la escolaridad los saberes se formalizan en enunciados teóricos, en general, a partir del trabajo con libros de texto. Para justificar su carácter de episodio aislado y asistemático, su ausencia, o su formalización temprana, se suele argumentar que los chicos, deben primero aprender a leer y a escribir para luego aprender ciencias, o que necesitan haber desarrollado capacidades cognitivas específicas para comprender los “contenidos científicos” porque son difíciles, o que necesitan contar con una formación especial para la indagación, la exploración y la experimentación científica. Sin embargo, los niños desde muy pequeños se preguntan, imaginan, observan, registran, utilizan el lenguaje oral o escrito, dibujan y construyen maquetas *para explicar cómo funciona el mundo*…

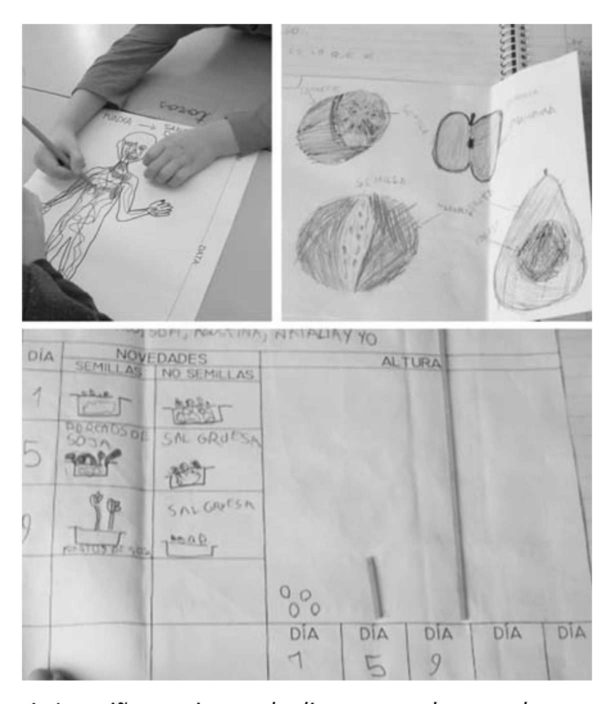


Figura 1. *Los niños registran de diversos modos sus observaciones*

Tal vez los argumentos planteados están basados en concepciones o supuestos vinculados con modelos didácticos de transmisión-recepción, que no se ajustan a los resultados provenientes de la investigación educativa en la actualidad, acerca de cómo aprenden ciencias los niños ***y cuá***les son los modos de intervención docente más apropiados para favorecerlo. En este sentido, consideramos que el *enfoque basado en la modelización para pensar la educación científica* resulta una perspectiva muy potente enmarcada en los aportes teóricos de la investigación en Didáctica de las Ciencias Naturales (DCN). Este enfoque tiene como objetivo

favorecer el aprendizaje, animando a los estudiantes a generar, evaluar y criticar (tensionar con la realidad y con otros modelos) sus representaciones cognitivas sobre los fenómenos del mundo (Khan, 2008), es decir*, a elaborar modelos teóricos para pensar el mundo, lo que vincula entonces, la actividad de los chicos en el aula con la actividad central de los científicos.* Los modelos explícitos y consensuados que construye la ciencia para explicar la realidad parten de las representaciones individuales de sus protagonistas, los científicos. De modo similar, los niños construyen modelos que muchas veces no son explicitados, pero que están en la base de sus observaciones y de sus formas de entender y explicar el mundo.

Otra cuestión a tener en cuenta, es el hecho de que la tarea de enseñar ciencias se enfrenta en la actualidad a un conjunto de desafíos, en todos los niveles educativos, y desde el inicio mismo de escolaridad, que nos obligan a repensar las metas de aprendizaje de nuestros alumnos y alumnas, en función de sus intereses y necesidades, y de la demanda social presente y orientada al futuro. Algunos de estos desafíos son: el de la construcción por parte de los chicos, de una visión actualizada sobre la ciencia y sobre los modelos científicos relevantes, el de la alfabetización, el de la formación ciudadana, el de la inclusión y la convivencia. Ofrecemos, a continuación, algunas coordenadas teóricas posibles para reflexionar sobre ellos:

- Desde las *visiones actuales sobre la ciencia* es necesario favorecer una comprensión de la ciencia como una empresa humana y colectiva, histórica y atravesada por valores estéticos, éticos, prácticos, de la propia cultura y de la época. Debemos tener presente que enseñar ciencias es enseñar a preguntarse y a pensar teóricamente sobre el mundo a partir de los modelos científicos relevantes, que a la vez resulten funcionales para los chicos, y favorecer procesos de autonomía creciente para seguir preguntándose y pensando sobre él, aun cuando no estén en la escuela.
- Desde una *perspectiva alfabetizadora*, se enfatiza *el papel del lenguaje y otros modos semióticos de representación (dibujos, esquemas, maquetas), mediados o no por TICs*, porque contribuyen con aportes específicos e insustituibles al desarrollo de habilidades cognitivo-lingüísticas, manipulativas y de indagación científica de los estudiantes y juegan un rol irreemplazable en el proceso de *construir la mirada científica* ya que permiten:
    - Darle nombre a las relaciones observadas, conectándolas con las entidades conceptuales que las justifican, y
    - la emergencia de nuevos significados y nuevos argumentos, convirtiéndose, en una herramienta para cambiar la forma de pensar el mundo.

- Desde una *perspectiva educativa para la formación ciudadana* hoy es necesario formar a los chicos para abordar y comprender progresivamente problemas adecuados a su edad y contexto, relevantes para ellos y la sociedad, como por ejemplo, los vinculados a la salud o al ambiente, a partir de una mirada compleja que articule, entre otras, las formas de mirar de la ciencia y brindarles oportunidades para ensayar la toma de decisiones acerca de los problemas delimitados.
- Por último, desde *una perspectiva educativa para la inclusión social y la convivencia*, es necesario garantizar a todos los chicos el derecho a conocer un área de la cultura humana socialmente construida –las ciencias naturales– que proporciona elementos para comprender el mundo y situarse en él, y a convertirse en protagonistas de la *actividad científica escolar*.

Frente a los desafíos planteados, es necesario reconsiderar también la tarea de enseñar y nuestro rol como docentes. Según Abell (2000), esto conduce a plantearnos preguntas acerca de cómo imaginamos el futuro de nuestros alumnos y alumnas, y qué conocimientos pensamos que son ineludibles para su bienestar. También nos lleva a interrogarnos, acerca de cómo creemos que la ciencia se relaciona con otros modos de conocer, y sobre la forma en que los diferentes conocimientos sirven para dar sentido a las experiencias de la vida y al mundo. La discusión y la reflexión sobre estos temas abre la posibilidad de repensar el diseño y la puesta en marcha de la actividad científica escolar: "*Los resultados de la investigación educativa refuerzan la idea que los docentes juegan un papel central en el diseño de los ambientes y experiencias de aprendizaje de sus alumnos. Los conocimientos de partida de los docentes y las decisiones que toman al planificar sus clases y convertirlas en actividades para el aula, pueden tener así un impacto decisivo en la comprensión de la ciencia y de los modelos científicos por parte de los alumnos. Conocer qué se proponen que hagan sus alumnos en las clases de ciencias y qué conocimientos científicos necesitan para hacerlo, puede informar indirectamente sobre las relaciones que establecen entre los hechos del mundo y las explicaciones científicas y cómo las ponen en juego en los contextos específicos de las clases*" (Bahamonde, 2009). Conscientes de los desafíos actuales, los docentes podemos cambiar nuestras prácticas, a partir de marcos teóricos renovados y propuestas de aplicación innovadoras, fundamentadas y evaluadas, desarrollando nuevas competencias orientadas al logro de una educación científica para la ciudadanía, que incluya a todos los niños y niñas y los habilite para la actuación.

Contexto institucional

En los próximos apartados desarrollaré las premisas teóricas y los elementos clave del enfoque de modelización científica, por su pertinencia para abordar las problemáticas y desafíos planteados. Presentaré también algunos ejemplos de su aplicación en los ámbitos de la enseñanza de las ciencias en los primeros años de la escolaridad y de la elaboración de materiales educativos para esa etapa. Estos ejemplos se inscriben en el marco de un Programa de Innovación y Mejora de la Enseñanza de las Ciencias Naturales y la Matemática, impulsado por el Ministerio de Educación de Argentina, que tuvo varias etapas de desarrollo. Los ejemplos seleccionados forman parte de uno de sus componentes: el Proyecto de Alfabetización Científica (PAC), que contribuí a diseñar y que coordiné durante la implementación en distintas jurisdicciones del país. El Programa mencionado incluyó también un componente de evaluación externa, algunos de cuyos resultados se presentarán en el apartado de conclusiones, porque pueden resultar sugerentes para promover la reflexión docente en torno a la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias basada en el enfoque de modelización.

Justificación teórica

El Modelo Cognitivo de Ciencia Escolar y la actividad científica en las aulas

Al revisar las perspectivas teóricas del campo de la didáctica que orientan la enseñanza de las ciencias, aparecen con especial significatividad: la modelización (Gilbert y Justi, 2016) desde el marco que propone el Modelo Cognitivo de Ciencia Escolar (MCCE) (Izquierdo *et al*., 1999; Izquierdo, 2000), operativizado a través de la Actividad Científica Escolar (ACE). La concreción en las aulas de la ACE requiere poner en marcha procesos de diseño de Unidades Didácticas (UD) (Izquierdo, 2000; Sanmartí, 2002); la formación en ideas metacientíficas (Matthews, 1994. Adúriz Bravo y Ariza, 2012) y el abordaje de problemas reales y significativos para la vida de los estudiantes (Bahamonde, 2007). Todas estas perspectivas se integran con miras al desarrollo de capacidades para la actuación (Couso, 2013).

El MCCE sostiene como idea básica que la educación científica debe ofrecer a los estudiantes oportunidades para pensar teóricamente al mundo y también para intervenir en él. Toma como base epistemológica el Modelo Cognitivo de Ciencia, que propone una visión semántica de la teoría científica según la cual la teoría es válida solo si tiene significado y es útil para interpretar los fenómenos del mundo (Giere, 1988). En el marco del MCCE se considera que los modelos

teóricos son entidades abstractas, construcciones teóricas simplificadas de la realidad, pero ajustadas a ésta, construidas por los agentes científicos durante su actividad cognitiva y resultan de conectar hechos científicos con fenómenos del mundo, para poder explicarlos, predecirlos y transformarlos (Izquierdo, 2000). Esta característica, la construcción de modelos, se articula con otra, la axiológica, los sistemas de valores que justifican las acciones llevadas a cabo por los agentes científicos durante su actividad. (Izquierdo, 2000). Así, la *Actividad Científica Escolar* (ACE)*,* es el modelo que permite extender las ideas centrales del MCCE al trabajo de diseñar la enseñanza. A partir de una tipología de actividades consistentes con el modelo (Sanmartí, 2002), la ACE procura que la clase de ciencias sea fuertemente teórica, esto es orientada a la modelización de fenómenos, pero dando lugar siempre a la dimensión práxica, esto es, de construcción de modelos en el marco de "hechos del mundo", a partir del abordaje de problemas significativos para los estudiantes y la sociedad (Bahamonde, 2007; Bahamonde y Diaco, 2013). Así, se espera que la ACE sea comunicativa y que promueva el desarrollo de habilidades cognitivo lingüísticas, manipulativas, entre otras, pero también que sea axiológica, estimulando la discusión sobre valores implicados en los problemas abordados.

El otro componente implicado es el eje *Naturaleza de la Ciencia* (NOS), que propone una educación científica que incluya contenidos metacientíficos que brinden a las niñas y niños oportunidades para pensar *qué es la ciencia, cómo se produce, cómo se relaciona con otros campos de conocimiento y con la sociedad*. De los diferentes enfoques que sobre NOS se han producido en los últimos veinte años, y que proponen diferentes formas de seleccionar y organizar contenidos metacientíficos, adherimos a la propuesta de formulación de ideas clave (Adúriz Bravo, 2005) la cual también extendemos para la formulación de los aspectos disciplinares del modelo a enseñar. La aproximación histórica a la construcción de los modelos científicos aporta episodios, seleccionados por su relevancia, que traccionan la inclusión del eje NOS en el trabajo áulico y la construcción de ideas clave específicas.
La perspectiva teórica planteada se inscribe en las nuevas finalidades de la Educación Científica (Acevedo, *et al*., 2005).

El diseño de la actividad científica escolar (ACE) y la tarea de enseñar ciencias

Desde estos elementos que estructuran el marco teórico, cobra especial interés el diseño y la puesta en marcha de la ACE en las aulas a través del diseño de Unidades Didácticas (UD) secuenciadas y contextualizadas, basadas en la investigación en

DCN, que permitan reconstruir los modelos científicos y promuevan el desarrollo de capacidades. Ésta debería ser una tarea estratégica a través de la cual los docentes reflexionan sobre la práctica educativa, ya que cuando planifican una unidad didáctica, integran sus conocimientos científicos, metacientíficos y didácticos, su experiencia práctica y sus concepciones. Es decir, que las UD se diseñan a partir de sus ideas acerca del conocimiento científico, de su naturaleza, de su enseñanza y aprendizaje.

A partir de lo dicho, surge entonces la necesidad de caracterizar los modelos de la ciencia escolar. Si bien la ciencia experta es el referente cultural último, en el proceso de construcción de los modelos escolares el margen de libertad es más amplio y requiere de un proceso de transformación de los modelos científicos. En efecto, los modelos que se enseñan no son los mismos que en la ciencia experta, por lo que la ciencia escolar es el resultado de procesos de transposición didáctica.

La idea de transposición didáctica (Chevallard, 1991) es muy importante porque ofrece la oportunidad de diseñar una ciencia adecuada a los intereses y experiencias infantiles y a los problemas sociales relevantes, y dejar de lado aquellas posturas que consideran que la estructura consolidada de la ciencia, o el edificio científico, debe ser la única organizadora de los aprendizajes de los niños.

La transposición didáctica puede entenderse así como el proceso de selección de problemas relevantes e inclusores, es decir, aquellos inspirados en hechos y fenómenos del mundo que permitan la contextualización y que sean potentes para trabajar la perspectiva científica con los chicos. Se trata de una tarea profesional, específica, que reconoce la diferenciación epistemológica del conocimiento escolar. Ese proceso se realiza recurriendo a sucesivas mediaciones que tienen como destinatario último a los estudiantes. Los maestros y las maestras participan de ese proceso, ya que su tarea al enseñar ciencias consiste en realizar parte de esa transformación de los *modelos científicos* en *modelos científicos escolares*. Estos modelos, que irán evolucionando durante el trabajo sistemático –la actividad científica escolar– en los distintos ciclos, permiten conocer lo nuevo a partir de algo ya conocido, e integrar así dos realidades: la forma de ver cotidiana y la perspectiva científica.

El proceso de acercamiento, mediado por los docentes y la escuela, reconoce dos sentidos: de los alumnos hacia la ciencia, y de la ciencia hacia los alumnos y la comunidad educativa.

La tarea de enseñar ciencias puede entenderse entonces en su doble dimensión:

- Como un proceso de construcción progresiva de las ideas y modelos básicos de la ciencia y las formas de trabajo de la actividad científica, que se propone animar a los alumnos a formular preguntas, a manifestar sus intereses y experiencias vinculadas con los fenómenos naturales y a buscar respuestas en las explicaciones científicas, por medio de actividades de exploración, reflexión y comunicación.
- Como un proceso de *enculturación científica* a partir de actividades de valoración y promoción, que se propone que los chicos y sus familias se acerquen a la ciencia y que puedan interpretarla como una actividad humana, de construcción colectiva, que forma parte de la cultura y está asociada a ideas, lenguajes y tecnologías específicas que tienen historicidad. Una ciencia más "amigable" y más cercana a la vida.

Desarrollo

La enseñanza y el aprendizaje de las Ciencias Naturales basados en el enfoque de modelización en los primeros años de escolaridad

La enseñanza y el aprendizaje de las ciencias naturales desde el enfoque teórico presentado, implican un modo de trabajo en el aula que se propone generar situaciones de enseñanza que recuperen las experiencias de los chicos con los fenómenos naturales y el propio cuerpo, para que ahora vuelvan a preguntarse sobre ellos y a elaborar explicaciones utilizando los modelos potentes y generalizadores de las ciencias. En este sentido, los niños y niñas pueden iniciar el proceso de educación científica desde edades tempranas y desde los primeros años de escolaridad. En efecto, el aula es un espacio de diálogo e intercambio entre diversas formas de ver, de hablar y de pensar el mundo, donde los participantes, los alumnos y los docentes, ponen en juego los distintos conocimientos que han construido sobre la realidad. Por eso, enseñar ciencias significa abrir una nueva perspectiva para mirar, una perspectiva que permite identificar regularidades, hacer generalizaciones e interpretar cómo funciona la naturaleza. Significa también promover cambios en los *modelos de pensamiento iniciales* de los chicos, para acercarlos progresivamente a representar esos objetos y fenómenos mediante *modelos teóricos*. Enseñar ciencias es, entonces, tender puentes que conecten los hechos familiares o conocidos por los chicos con las entidades conceptuales construidas por la ciencia para explicarlos, permitiéndoles así ampliar sus marcos de referencia.

Los nuevos modelos de la ciencia escolar, que se configuran a partir de preguntas y explicaciones, deben permitir su aplicación a otras situaciones, para comprobar que también funcionan, que son útiles para predecir y tomar decisiones. En este sentido, decimos que son potentes y generalizadores.

A continuación profundizaremos cuatro elementos centrales que estructuran el enfoque de modelización científica y analizaremos algunos ejemplos de su aplicación en las aulas y en la elaboración de materiales educativos, en el marco del *Proyecto de Alfabetización Científica* (PAC) del Ministerio de Educación de Argentina.

1. La modelización científica y metacientífica en el aula

Las Ciencias Naturales forman parte del currículo, es decir de los aprendizajes priorizados, desde los primeros niveles de la escolaridad, dando cuenta de una responsabilidad social en el plano educativo. Uno de los objetivos de la educación científica es enseñar a los chicos a dar sentido al mundo, pensando a través de modelos. Para conseguirlo, deberían comprender que el mundo natural presenta cierta estructura interna que puede ser modelizada. Sin embargo, se hace necesario matizar esa afirmación y resaltar que los hechos elegidos y los aspectos del modelo que los explican deben ser adecuados, tanto a los saberes que son priorizados en cada etapa, como a las edades e intereses de los niños. Esta es una diferencia con la ciencia experta o ciencia de los científicos, ya que los objetivos de la ciencia escolar están relacionados con valores educativos. Así, el núcleo de la actividad científica escolar (ACE) está conformado por la construcción de modelos que puedan proporcionarles una buena representación y explicación de los fenómenos naturales y que les permitan predecir algunos comportamientos. También es necesario reconocer que esta modelización debe estar al servicio de mejorar la calidad de vida de los estudiantes y la de los demás (Adúriz Bravo, 2001), ya que como dijimos, tiene una finalidad conectada con los valores de la educación.

La ciencia escolar se construye, entonces, a partir de los conocimientos de los alumnos y de sus modelos iniciales, porque estos proporcionan el anclaje necesario para los modelos científicos escolares, que son transposiciones de aquellos modelos científicos que se consideran relevantes desde el punto de vista educativo. Los *seres vivos*, la *célula*, las *fuerzas*, los *materiales* y el *cambio químico* son ejemplos de modelos inclusores, potentes y adecuados para explicar el mundo en la educación infantil y primaria, porque pensar por su intermedio permite

establecer relaciones entre lo real y lo construido. La diversidad de los seres vivos y los ambientes, la diversidad de materiales y sus cambios, la discontinuidad de los materiales o las acciones mecánicas constituyen aspectos básicos de estos modelos. Los fenómenos naturales se reconstruyen y se explican en función de los nuevos *modos de ver*. Desde esa perspectiva, el lenguaje científico escolar es un instrumento que da cuenta de las relaciones entre la realidad y los modelos teóricos. Esto es posible porque hay una relación de similitud entre los modelos y los fenómenos, que es significativa y nos ayuda a pensar el mundo (Adúriz Bravo, 2001).

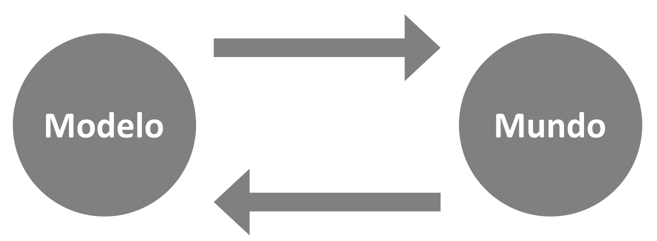


Figura 2. *Relación entre la realidad y los modelos teóricos*

Otro aspecto importante es la selección de los hechos o fenómenos del mundo que pueden ser conceptualizados por dichos modelos y las preguntas o problemas contextualizados que darán inicio a la modelización. En otras palabras, se trata de evaluar cuáles serán y qué características tendrán los recortes de la realidad que podemos convertir en hechos científicos para estudiar en las clases de ciencias. Para la construcción del currículo de ciencias, deberían ser pocos y muy potentes; y a partir de ellos, deberían poder generarse los modelos teóricos escolares (Izquierdo, 2000).

Para ejemplificar estas ideas, les proponemos revisar algunas de las preguntas o problemas iniciales que presentan los recortes de la realidad seleccionados, para abordarlos a partir de las secuencias didácticas del Proyecto de Alfabetización Científica (PAC), como por ejemplo: **¿Qué camino siguen y cómo cambian los alimentos que comemos? ¿Cuánto dura un recreo? ¿Qué es ese polvillo misterioso? ¿Una semilla…, *una planta?* ¿El agua es un líquido?** http://coleccion.educ.ar/coleccion/CD23/contenidos/escuela/textos/index12.html

- ***El papel de la historia de la ciencia en la modelización metacientífica***

La investigación en psicología cognitiva muestra que las historias que almacenamos en nuestra memoria y las que generamos cuando interactuamos con el mundo son esenciales para el aprendizaje. La ciencia consiste en millones de pequeñas y grandes historias. Esas historias se convierten en ciencia cuando

son transformadas en modelos teóricos para explicar y predecir el mundo. Desde la perspectiva de la Nueva Filosofía de la Ciencia, la historia de la ciencia puede contribuir a identificar los diversos factores que intervienen en la construcción de la ciencia en un momento histórico y cómo lo hacen, a identificarse con los protagonistas de dichos procesos, a generar empatía y a humanizar la ciencia. Para ejemplificar esta idea, presentamos un fragmento de un relato sobre la infancia del naturalista Charles Darwin, que pertenece a la colección *"La ciencia, una forma de pensar el mundo"*, elaborada en el marco del Proyecto de Alfabetización Científica (PAC), con el propósito de incluir la perspectiva NOS en la enseñanza de las ciencias: http://coleccion.educ.ar/coleccion/CD23/contenidos/escuela/textos/pdf/c_darwin.pdf

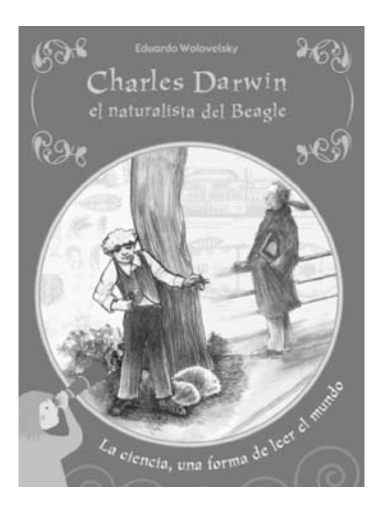


Figura 3. *Portada del libro "Charles Darwin, el naturalista del Beagle"*

Así lo cuenta Darwin:

> ... "*Pero durante el tiempo que pasé en Cambridge no me dediqué a ninguna actividad con tanta ilusión, ni ninguna me procuró tanto placer como la de coleccionar escarabajos. Lo hacía por la mera pasión de coleccionar, ya que no los disecaba y raramente comparaba sus caracteres externos con las descripciones de los libros, aunque, de todos modos, los clasificaba. Voy a dar una prueba de mi entusiasmo: un día, mientras arrancaba cortezas viejas de árboles, vi dos raros escarabajos y tomé uno con cada mano; entonces vi a un tercero de otra clase, que no me podía permitir perder, así que metí en la boca el que sostenía con la mano derecha. Pero ¡ay!, expulsó un fluido intensamente ácido que me quemó la lengua, por lo que me vi forzado a escupirlo, perdiendo este escarabajo, y también el tercero.*"

- ***La modelización científica y metacientífica pueden traccionarse entre sí***

Las actividades diseñadas para la construcción *en paralelo* de las ideas clave científicas y metacientíficas *"articulan y empujan"* los procesos de modelización que llevan a cabo los alumnos. Esta perspectiva apunta a superar modelos de educación metacientífica "implícita" y también de enseñanza explícita de las ideas metacientíficas en abstracto. En nuestra propuesta éstos se presentan contextualizados en la enseñanza del modelo científico y los resultados de la investigación didáctica nos muestran que las modelizaciones biológicas y metacientíficas, al trabajarse de manera simultánea en una UD, pueden traccionarse entre sí, esto es, el desarrollo de una idea metacientífica puede colaborar en la comprensión de un aspecto disciplinar y a la inversa (Bahamonde, 2014).

- ***Modelizar para aprender ciencias: un cruce entre exploraciones, pensamiento y lenguaje***

El aprendizaje científico puede entenderse como un proceso dinámico de reinterpretación de las formas iniciales en que se ve la realidad. Este proceso se da cuando la enseñanza promueve situaciones de interacción directa con esa realidad que permiten:

- Cuestionar los modelos iniciales,
- ampliarlos en función de nuevas variables y relaciones entre sus elementos, y
- reestructurarlos teniendo como referencia los modelos científicos escolares.

En este proceso de aprender a ver de otra manera, de estructurar la mirada científica, el lenguaje *y otros modos semióticos de representación (dibujos, esquemas, maquetas)* juegan un papel irreemplazable. En la actividad científica escolar, el lenguaje permite darle nombre a las relaciones observadas y conectarlas con las entidades conceptuales que la justifican; también permite que emerjan nuevos significados y nuevos argumentos. El lenguaje se convierte así en la herramienta para cambiar la forma de pensar el mundo. Es necesario también que los alumnos comuniquen sus ideas utilizando otras formas de comunicación y representación, ya que cada modo semiótico enfatiza algún aspecto particular del modelo. Varias investigaciones muestran que utilizando estos modos comunicativos en forma interrelacionada, aumenta la comprensión de los alumnos (Gómez, 2009).

Así, se generarán nuevos conocimientos en el proceso de preguntar, observar, experimentar, dibujar, hacer maquetas y gráficos, hablar, leer y escribir. Por esta razón, las ciencias tienen un papel específico también en el desarrollo de competencias manipulativas y cognitivo-lingüísticas. En la tarea de enseñar y aprender ciencias, palabras y significados se construyen y reconstruyen mutuamente.

2. Las Ciencias Naturales y su aporte a la alfabetización: Hacer ciencia a través del lenguaje

En este apartado consideramos principalmente aquellas habilidades vinculadas al uso de lenguaje oral y escrito en el aprendizaje y la enseñanza de las ciencias naturales basados en la modelización y su relación con el proceso alfabetizador.

En el marco de los nuevos enfoques de la didáctica de las Ciencias Naturales, el lenguaje tiene una doble función. Es:

- Instrumental, ya que dota de sentido y otorga significado a los fenómenos observados. La construcción de ideas científicas se basa en el hecho de haber obtenido ciertos datos y de haber pensado en ellos. En este proceso, a través del lenguaje se crea un mundo figurado hecho de ideas o entidades, no de cosas. Son los modelos y conceptos científicos.
- Base de la interacción discursiva en el aula. Es un medio para contrastar diferentes explicaciones y consensuar la que se considera más adecuada en función de los conocimientos del momento. Este proceso de difusión y discusión permite la regulación de las distintas interpretaciones.

Es importante señalar que la ciencia no sólo trata con palabras, sino también con objetos, hechos y fenómenos. Sin embargo, en las clases de Ciencias Naturales, los alumnos hacen una reconstrucción de su experiencia con el mundo físico, elaborando descripciones, explicaciones, justificaciones y argumentaciones en el marco de una interacción discursiva con sus compañeros y maestros. Tienen que saber hablar y, progresivamente, escribir, para que a partir de la evaluación de sus propias ideas manifestadas en sus intervenciones orales, discusiones y textos escritos, puedan ir adecuando sus formas de entender los experimentos, objetos, hechos y fenómenos del mundo a las formas de verlos de la ciencia.

Las Ciencias Naturales suponen la enseñanza del lenguaje propio de la disciplina, que no es lo mismo que enseñar terminología científica. Para hablar y escribir el lenguaje de las ciencias, Lemke (1997) lo formula como "*hablar ciencia*", hace falta generar las nuevas entidades conceptuales, para lo cual es necesario un "soporte de práctica" que los alumnos desconocen.

No se puede copiar el lenguaje científico o memorizar conceptos sin entenderlos. Para aprender el lenguaje científico, no es suficiente con que los chicos lo memoricen, ya que las clases de ciencias pueden convertirse así, en lugares para memorizar vocabulario.

Las expresiones propias de la ciencia deben responder a una nueva manera de ver el mundo, a través de modelos, que hagan emerger nuevas relaciones entre los fenómenos. Se aprende a “hablar ciencia” a medida que se van comprendiendo estos “modos científicos” de ver los fenómenos y, a partir de hablar, pensar y actuar sobre ellos. El conocimiento se concibe como un espacio tridimensional que incluye la experiencia y la acción, el lenguaje y el pensamiento.

Modelizar fenómenos implica también aprender una combinación de géneros linguísticos. La principal dificultad que tienen los alumnos en la elaboración de textos científicos (*descripciones, comparaciones, explicaciones, argumentaciones*) orales o escritos, es seleccionar las características o variables más significativas del objeto o fenómeno en cuestión, porque desconocen el marco referencial o no saben cómo vincularlo a lo concreto. No saben qué y cómo preguntar a esos objetos y fenómenos. El maestro debe ayudar a formular las preguntas relevantes que orienten la construcción de los modelos teóricos, por parte de los chicos.

Veamos un ejemplo (adaptación de Pujol, 2003) en el que se genera una discusión en la clase por la muerte inesperada de los bichos bolita en el terrario:

> Maestra: ¿Qué creen que les sucedió?
>
> Alumno 1: *No tenían pasto para comer...*
>
> Maestra: *Y si hubiésemos puesto pasto ¿no se habrían muerto?*
>
> Alumno 2: *Para mí, les faltaba agua.*
>
> Alumno 3: *Yo creo que en el lugar donde los capturamos había tierra húmeda y acá en el terrario, no.*
>
> Alumno 4: *Tendríamos que salir al patio y volver a mirar con más atención. (Nueva salida al patio para observar a los bichos bolita en su hábitat).*

En este caso, la pregunta del docente conduce a los alumnos a imaginarse una situación hipotética en la que cambian las condiciones ambientales de partida y los «obliga» a pensar qué hubiera sucedido en un escenario diferente, y a buscar nuevas hipótesis que deberán corroborar. Es un ejercicio intelectual que otorga significado científico a las observaciones que se llevan a cabo en el marco de un experimento escolar.

Como vimos, es importante también, que los alumnos conozcan las características de los géneros lingüísticos que utilizamos en las ciencias, y para ello los docentes tienen que trabajarlos en el aula. A continuación vamos a caracterizar brevemente cada uno de ellos según Izquierdo y Sanmartí (2000), y a mostrar cómo trabajarlos en clases o talleres de ciencias, presentando algunas de las producciones de los niños y niñas seleccionadas a partir de la puesta en marcha de actividades diseñadas en las secuencias didácticas del Proyecto de Alfabetización Científica (PAC):

- ***Plantear buenas preguntas:*** Las pregntas constituyen el punto de partida para mirar, ver y explicar con sentido. Estas preguntas deben enmarcarse en ideas científicas centrales, y tienen que orientar la observación y "experimentación" escolar. Permiten también acercanos a las ideas intuitivas de los alumnos, a través de las "respuestas" que plantean a dichas cuestiones. Veamos un ejemplo:

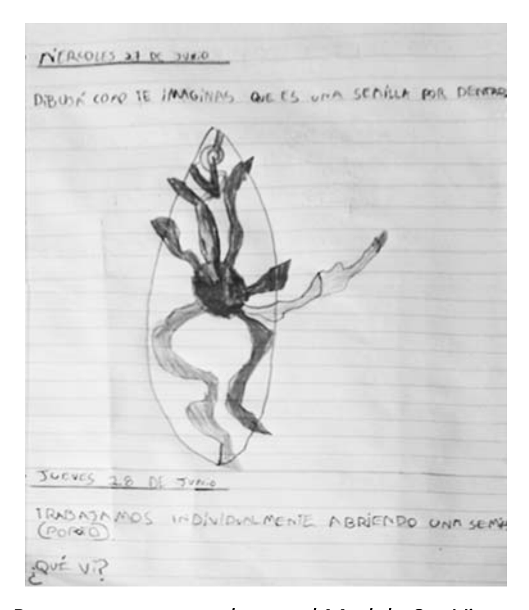


Figura 4. *Preguntas enmarcadas en el Modelo Ser Vivo y respuesta a partir del dibujo que permite acercarnos a las ideas iniciales de los chicos.*

Las buenas preguntas plantean situaciones o problemas reales, promueven la elaboración de explicaciones científicas e implican el uso de formas de razonamiento complejas. Veamos otro ejemplo:



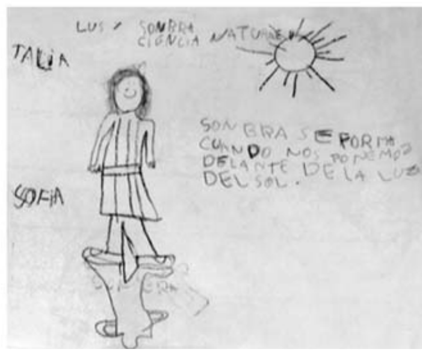


Figura 5. *Preguntas que plantean una situación real enmarcada en el Modelo astronómico Tierra: Cómo se forman y cómo cambian nuestras sombras en el patio.*

- ***Describir*:** Es establecer la manera de mirar los hechos (incluye los dibujos, los gráficos y las maquetas, que amplían el campo comunicativo). Permite relacionar alguna acción sobre los objetos u organismos con algún cambio y tener en cuenta la variable temporal al describir los cambios. Mostramos algunos ejemplos:





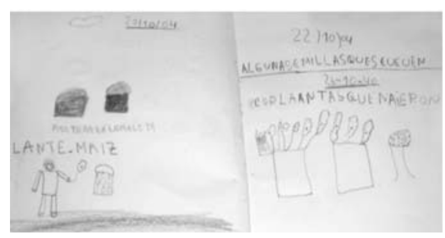


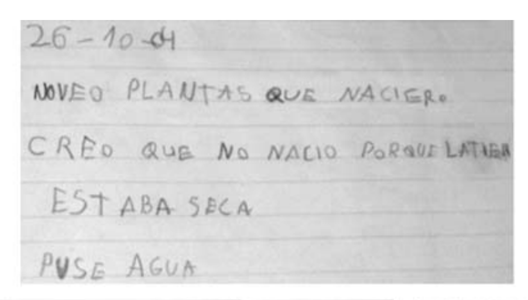
Figura 6. *Las maquetas también son descripciones. Los dibujos y los textos seleccionados son descripciones de acciones. En el último caso permiten relacionar la descripción de los cambios con la variable temporal.*

- ***Comparar:*** Es establecer hechos y relaciones. Veamos un ejemplo:

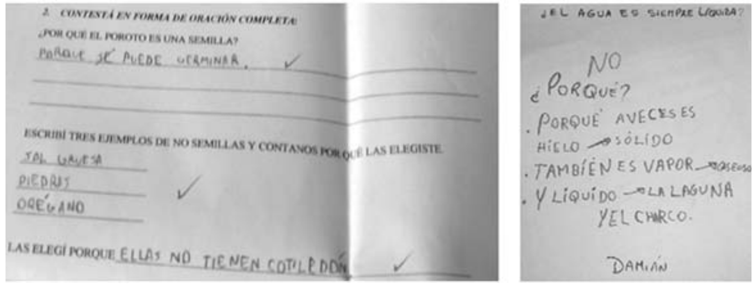


Figura 7. *Los dibujos y las frases permiten establecer comparaciones entre las diferentes condiciones de los cultivos.*

- ***Justificar:*** Es explicar el porqué del porqué. Mostramos algunos ejemplos:



26 - 10 - 04
NOVEO PLANTAS QUE NACIERO
CREO QUE NO NACIO PORQUE LATIERA
ESTABA SECA
PUSE AGUA



2. CONTESTÁ EN FORMA DE ORACIÓN COMPLETA:
¿POR QUÉ EL POROTO ES UNA SEMILLA?
PORQUE SE PUEDE GERMINAR. ✓

ESCRIBÍ TRES EJEMPLOS DE NO SEMILLAS Y CONTANOS POR QUÉ LAS ELEGISTE.
SAL GRUESA
PIEDRAS
ORÉGANO ✓

LAS ELEGÍ PORQUE ELLAS NO TIENEN COTILEDÓN ✓

¿EL AGUA ES SIEMPRE LÍQUIDA?
NO
¿PORQUÉ?
. PORQUE AVECES ES HIELO → SÓLIDO
. TAMBIÉN ES VAPOR → GASEOSO
. Y LÍQUIDO → LA LAGUNA Y EL CHARCO.
DAMIÁN

Figura 8. *Los textos breves muestran las explicaciones científicas formuladas por los chicos.*

- ***Argumentar:*** Es proponer y validar explicaciones en base a modelos. Uso del vocabulario científico en contexto. Veamos ejemplos:

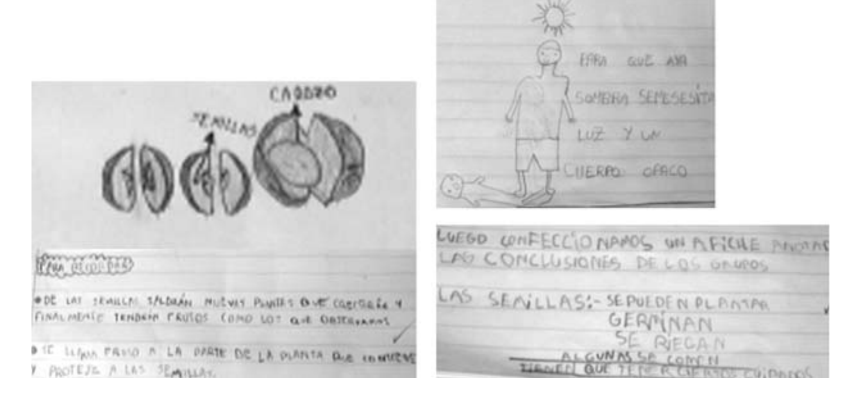


Figura 9. *Uso del vocabulario científico*

3. Las Ciencias naturales y la formación de ciudadanía: aprender ciencias para darle sentido al mundo e intervenir en él

Las ciencias naturales aportan una base de conocimiento importante para el tratamiento de asuntos socio-científicos, centrados en una necesidad sentida por la sociedad en su conjunto: *la educación en temáticas relacionadas con la salud y el ambiente que faciliten la toma de decisiones informada*. Esta necesidad, planteada también por varios autores del campo educativo (Pujol, 2003; Rivarosa y De Longhi, 2012), nos lleva a conceptualizarlas como conocimiento escolar, desde una perspectiva amplia, que va más allá de una mirada exclusivamente asociada a la científica.

Desde la perspectiva adoptada, entendemos que los problemas ligados a la salud y al ambiente, son fenómenos complejos que integran estrechamente las dimensiones biológica y social, al punto de condicionarlas mutuamente. Requieren de una aproximación multidimensional, que visualice el estudio de estas cuestiones en el marco de una cultura. Por esta razón los modelos escolares básicos de las ciencias naturales resultan perspectivas irrenunciables, pero insuficientes a la hora de modelizarlos y de identificar los problemas y soluciones asociados a ellos.

Sabemos que en las aulas –cuando diseñan y llevan a la práctica actividades para enseñar estos temas–, los docentes amalgaman conocimientos científicos con otros que son significativos desde una perspectiva cultural y tejen lazos entre el

conocimiento escolar y cotidiano y sus respectivos lenguajes. En particular, los maestros de niños pequeños, muchas veces planifican integrando conocimientos diversos de acuerdo con su "sabiduría de practicantes" y no lo hacen de acuerdo con la estructura y lógica de una única disciplina. Sin embargo, muchas veces los docentes perciben las propias dificultades a la hora de vincular sus intuiciones y prácticas con los modelos teóricos de referencia, para posibilitar a sus alumnos pensar sobre el mundo de manera más compleja, y abordar progresivamente nuevos espacios de problemas y nuevas explicaciones.

Esta situación plantea la necesidad de desarrollar y proponer un enfoque pedagógico-didáctico, que articule conceptos provenientes de distintos campos de conocimiento y que integre, en alguna medida, los saberes cotidianos, para dar lugar a un nuevo modelo, un *modelo ad hoc*, que pueda ajustarse a los problemas y a los contextos educativos específicos, sin renunciar al pensamiento teórico. En este sentido, Astolfi (1998) propone el desarrollo de un currículo multirreferenciado para hacer frente a la complejidad de estos aprendizajes. Se trata de un nuevo "recorte" curricular que nos obliga a "tomar prestados" de una forma selectiva y subjetiva, conceptos e ideas provenientes de campos disciplinares diferentes, que normalmente no tienen relaciones entre sí, y a recombinarlos en función de los objetivos de un proyecto educativo específico para el desarrollo de capacidades de indagación y la progresiva toma de decisiones, apuntando a una educación científica para la formación ciudadana.

Vamos a ejemplificar la perspectiva planteada, presentando los materiales educativos para docentes y alumnos, diseñados para trabajar la educación alimentaria, en el marco del Proyecto de Alfabetización Científica (PAC): http://coleccion.educ.ar/coleccion/CD23/contenidos/escuela/textos/index13.html

Se presentan también algunas imágenes de los niños trabajando en esta temática:







Figura 10. *Los chicos aprenden a cocinar, a escribir recetas y a llevar a la práctica medidas de higiene durante la preparación de alimentos.*

4. Las Ciencias Naturales merecen un lugar en la escuela: ciencias para todos los niños y niñas en todas las edades

El argumento de que los niños y niñas deben aprender primero a leer y a escribir para luego iniciar el aprendizaje en las otras áreas de conocimiento es muy difícil de sostener, ya que han comenzado a construir desde épocas muy tempranas saberes acerca de los fenómenos naturales y su propio cuerpo y lo seguirán haciendo, con la intervención de los docentes y y más allá de ella. Desde la escuela es necesario garantizar a todos los chicos el derecho a aprender ciencias naturales porque proporciona elementos para comprender el mundo y situarse en él.

Sostenemos así, una visión amplia de la educación científica en la escuela, que la interpreta como una combinación dinámica de habilidades cognitivo-lingüísticas y manipulativas, actitudes, valores y modelos e ideas acerca de los fenómenos naturales y la manera de investigarlos. Desde esta perspectiva, es necesario promover en todos los chicos el aprecio e interés por el mundo natural, y oportunidades para convertirse en protagonistas de la actividad científica escolar, ofreciéndoles:

- Ambientes de aprendizaje, ricos y estimulantes, que atiendan la diversidad,
- distintas vías de acceso al conocimiento (a través de la historia, la tecnología, el arte, la literatura, entre otras),
- puentes que conecten los hechos familiares o conocidos por ellos y las entidades conceptuales construidas por la ciencia para explicarlos y
- oportunidades para desmitificar la idea de que es una materia difícil o accesible sólo a unas pocas personas.

Proyecciones y conclusiones

Algunos aspectos interesantes para discutir y continuar reflexionando acerca del enfoque que venimos sosteniendo y de los ejemplos de su aplicación en las aulas en el marco del Proyecto de Alfabetización Científica (PAC), provienen de la evaluación de su implementación. Dicho Proyecto fue evaluado por instituciones externas reconocidas en el campo de la evaluación educativa (IIPE-Unesco y el Instituto de Evaluación Educativa de la Universidad Católica de Uruguay). Transcribimos a continuación algunos de los resultados y conclusiones del informe elaborado (http://www.iadb.org/es/noticias/articulos/2011-03-23/aprendizaje-de-matematicas-y-ciencias-en-argentina,9165.html?valcookie=&actionuserstats=close&isajaxrequest=):

En relación a las concepciones y capacidades de los alumnos:

- Se constató una diferencia interesante en los resultados del Programa PAC en función de su “mejor” implementación en las secciones. En aquellas secciones en las que la implementación fue muy buena, de acuerdo con lo estipulado en el enfoque del Programa, se registró un crecimiento estadísticamente significativo en las puntuaciones de los alumnos en la prueba de Ciencias Naturales.
- El análisis de resultados por competencias y concepciones/contenidos muestra que los principales efectos del Programa PAC, en comparación con el grupo de control, se verificaron en la competencia “Utilización funcional” de información científica y en concepciones relativas al mundo físico, que tradicionalmente se enseñan con menor frecuencia en los primeros años de la escolaridad.
- Una de las conclusiones del estudio plantea: “*Se podría aventurar la hipótesis de que la exposición “ambiental” de los niños a una enseñanza de las ciencias específicamente pensada para ellos, con el aporte de materiales, textos, estrategias, interés del maestro, y del entorno escolar, entre otras cosas, colabora al aprendizaje más allá de los contenidos explícitamente enseñados (al menos en estas edades). También es interesante destacar que muchas de las actividades en las que se observan mejoras significativas presentan cierto lenguaje técnico, o exigen formular y escribir explicaciones utilizando un vocabulario más refinado que el lenguaje cotidiano, o implican abordar textos propios del lenguaje de la ciencia (por ejemplo, gráficas)*”.

En relación a los efectos del Programa PAC en las prácticas de la enseñanza:

- Se observó alto impacto del Programa en los cuadernos de clase, en los que se registra una alta presencia de los contenidos y actividades propuestos por el Programa.
- Se registraron cambios respecto de prácticas previas de enseñanza. Cambian los contenidos y tipos de actividades en consistencia con el enfoque del Programa.
- Se registró un alto impacto de la propuesta pedagógico-didáctica del Programa en las clases observadas: alta presencia de las estrategias didácticas propuestas por el Programa PAC, así como elevada participación de los niños las actividades grupales, aunque aún persisten modalidades de interrogatorio didáctico arraigadas en los docentes.
- Un aspecto revelado la evaluación llama la atención, y es que el aprendizaje aumenta conforme nos alejamos de la práctica actual de memorización

de conceptos y fórmulas. En este modelo, los estudiantes tuvieron la oportunidad de encontrar respuestas ellos mismos bajo la orientación de sus maestros.

Implicaciones para la práctica docente y la formación de nuevos investigadores/as en el área

Esperamos que las conceptualizaciones y ejemplos de implementación presentados puedan resultar de utilidad para los docentes de educación infantil y primaria, a la hora de pensar sus clases y diseñar una actividad científica escolar potente, fundamentándola en marcos teóricos actualizados y experiencias de aplicación desarrolladas en contextos educativos reales, para estrechar la relación entre investigación educativa, innovación y práctica docente.

Referencias bibliográficas

Abell, S.K. (ed.). (2000). Science teacher education: An international perspective. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

Acevedo, J. *et al*. (2005). Naturaleza de la ciencia y educación científica para la participación ciudadana. Una revisión crítica. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias.* **2**: 2 pp. 121-140.

Adúriz-Bravo, A. (2001). Integración de la epistemología en la formación inicial del profesorado de ciencias, Tesis Doctoral, Universidad Autónoma de Barcelona.

Adúriz-Bravo, A. (2005). *Una introducción a la naturaleza de la ciencia.* Buenos Aires: Fondo de cultura económica.

Adúriz-Bravo, A. & Ariza, Y. (2012). La importancia de la filosofía y de la historia de la ciencia en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias. En Z. Monroy Nars, R. León Sánchez, G. Álvarez (Eds), *Enseñanza de la ciencia* (pp. 79-92). México: UNAM

Astolfi, J. P. (1998.) Desarrollar un currículo multirreferenciado para hacer frente a la complejidad de los aprendizajes científicos. Enseñanza de las Ciencias, 16 (3), 375-385.

Bahamonde, N. (2007). Los modelos de conocimiento científico escolar de un grupo de maestras de educación infantil: un punto de partida para la construcción de “islotes interdisciplinarios de racionalidad” y “razonabilidad” sobre la alimentación humana. Bellaterra: Universitat Autònoma de Barcelona. http://www.tesisenred.net/handle/10803/4720

Bahamonde, N. & Pujol, R. (2009). Un enfoque teórico para el abordaje de temas complejos en el aula: el caso de la alimentación humana. Enseñanza de las Ciencias, Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Barcelona. http://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/viewFile/294301/382855

Bahamonde, N. & Diaco, P. (2013). Modelización del fenómeno de alimentación humana: de la mirada disciplinar a la multirreferencialidad. IX Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias. Barcelona. pp: 252-258. http://congres.manners.es/congres_ciencia/gestio/creacioCD/cd/ articulos/art_1009.pdf

Bahamonde, N. (2014). Pensar la educación en Biología en los nuevos escenarios sociales: La sinergia entre modelización, naturaleza de la ciencia, asuntos sociocientíficos y multirreferencialidad. *Bio-grafía - Escritos sobre la Biología y su enseñanza* Vol. 7 - No.13, julio - diciembre de 2014 - ISSN 2027-1034. pp. 87 – 98.

Chevallard, Y. (1991). *La trasposición didáctica: del saber sabio al saber enseñado*. Ed. Aique, Buenos Aires.

Couso, D. (2013). La elaboración de unidades didácticas y competenciales. *Alambique: Didáctica de las ciencias experimentales*, (74), 12-24.

Giere, R. N. (1988). Explaining science: A cognitive approach. Chicago: The University of Chicago Press.

Gilbert, J. & Justi, R. (2016). Learning About Science Through Modelling-Based Teaching. En J. Gilbert, R. Justi (Eds.) *Modelling-based Teaching in Science Education* (pp. 171-191). Suiza: Springer.

Gómez, A. (2009). Un análisis desde la cognición distribuida en preescolar: el uso de dibujos y maquetas en la construcción de explicaciones sobre órganos de los sentidos y sistema nervioso. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 14(41): 403-430.

Izquierdo, M., Espinet, M., García, M. P., Pujol, R.M. & Sanmartí, N. (1999). Caracterización y fundamentación de la ciencia escolar. *Enseñanza de las Ciencias*, núm. Extra, 79-91.

Izquierdo, M. (2000). Fundamentos epistemológicos. En Perales. F. J. Y Cañal de León, P. (Directores): *Didáctica de las ciencias experimentales*. Alcoy: Editorial Marfil.

Khan, S. (2008). Co-construction and Model Evolution in Chemistry. In J. J. Clement and M. A. Rea-Ramirez (eds.), *Model Based Learning and Instruction in Science*, 59-78. Springer.

Lemke, J. (1997). Aprender a hablar ciencia. Lenguaje, aprendizaje y valores. Paidós. Barcelona.

Matthews, M. (1994). Science teaching: *The role of history and philosophy of science*. Londres: Routledge.

Pujol, R. M. (2003). Didáctica de las ciencias en la educación primaria. Síntesis Educación. Madrid.

Rivarosa, A. & De Longhi, A. L. (2012). (Coordinadoras) Aportes didácticos para nociones complejas en Biología: la alimentación. Miño y Dávila Editores. Buenos Aires.

Sanmartí, N. (2002). *Didáctica de las ciencias en la educación secundaria obligatoria*. Madrid: Editorial Síntesis Educación.

Sanmartí, N. & Izquierdo, M (2000). Enseñar a leer y escribir textos de ciencias naturales. En Jorba, J., Gómez, I & Prat, A. Hablar y escribir para aprender. Uso de la lengua en situaciones de enseñanza aprendizaje desde las áreas curriculares. Barcelona. Ice UAB síntesis.

Zeidler, D. L., Sadler, T. D., Simmons, M. L. & Howes, E. V. (*2005). *Beyond STS: A research based framework for Socioscientific Issues Education*. Wiley interscience.

Agradecimientos

Al Dr. Mario Quintanilla y a su equipo por su generosa invitación a formar parte de este libro.

A todos los maestros y maestras, niñas y niños que enseñaron y aprendieron ciencias en el marco del Proyecto de Alfabetización Científica.

Capítulo 6

Modelización sobre seres vivos: Educación emocional en niños y niñas de seis y siete años de edad

Alma Adrianna Gómez
agomez@cinvestav.mx
Yei Rentería
yrenteria@cinvestav.mx
Rocío Balderas
rbalderas@cinvestav.mx
Sabrina Canedo
sabrina.canedo@cinvestav.mx
Unidad Monterrey - Cinvestav, México

Contenido

- Resumen
- Introducción
- Justificación teórica
- Contexto de nuestra experiencia en aula
- Resultados y reflexiones de la experiencia
- Implicaciones para la práctica docente y la investigación
- Proyecciones y conclusiones
- Referencias bibliográficas
- Agradecimientos

Resumen

Las investigaciones en modelización han estado tradicionalmente enfocadas en describir o analizar los procesos de formación del modelo en términos de las ideas que se incorporan, los soportes semióticos que las apoyan y la construcción del modelo teórico escolar por parte de los alumnos. Sin embargo, considerando este proceso en términos más complejos, en este capítulo queremos poner énfasis en las emociones vinculadas y la importancia de considerarlas de manera sistemática tanto en la escuela como en la investigación didáctica.

Aquí recuperamos la documentación de las emociones de alumnos de seis y siete años, en el contexto de un proceso de modelización sobre seres vivos, realizado durante dos años en primer y posteriormente segundo grado de primaria. Las emociones auto-reportadas se asocian a actividades relacionadas al manejo de seres vivos, a la interacción social y a las expectativas de los alumnos. Discutimos la importancia de considerar las emociones como parte constitutiva de los procesos de modelización.

Introducción

El enfoque de modelización, entendido como la construcción de ideas asociadas a una teoría en relación a un fenómeno o hecho del mundo que las explican, ha generado numerosa bibliografía relacionada con qué son los modelos y cómo se entienden, qué saben los docentes sobre ello, y cómo se conciben los procesos en el aula (ver una revisión en Gutiérrez, 2014). Sin embargo, uno de los aspectos que se ha dejado de lado en el análisis de los procesos de modelización es el relacionado a la afectividad y las emociones.

En el ámbito de la enseñanza de las ciencias se ha desarrollado muy poca investigación y más aún con niños pequeños, para comprender la influencia de las emociones y su efecto en el aprendizaje y, aunque hay estudios relacionados con la implicación emocional en la educación, la mayoría se sitúa en perspectivas psicológicas (Kayumova y Tippins, 2016). En esta área, el estudio de los aspectos emocionales se ha enfocado a identificarlas, especialmente las de docentes y alumnos universitarios, identificando emociones negativas y positivas y mostrando que éstas influyen en la forma de enseñar ciencias y en la elección de carrera. Sin embargo, el estudio de las emociones ha dejado de lado aspectos como aquéllos que despliegan los alumnos en los procesos de aprendizaje.

Esta ausencia de atención tiene consecuencias diversas, en el caso de la investigación sobre modelización, tanto la relacionada con el diseño de secuencias didácticas por profesores, como con el análisis de los procesos en el aula; al dejar de lado las emociones promovemos una visión de naturaleza de la ciencia parcial, enfocada en los aspectos racionales, tal como mencionan Kayumova y Tippins (2016, p. 568):

> *"From our situated experiences reforms, colleges of education, schools, and curriculum place not enough emphasis on affective and bodily dimensions of teaching and learning. Instead, the privilege seems to be given to reason, evidence, and rationalities, which continue to reinforce dominant ways of knowing and experiencing".*

Por lo anterior en el proyecto que venimos realizando sobre modelización y emociones nos interesa entender qué papel juegan las emociones y cómo podemos promover el desarrollo de la meta-afectividad y la auto-eficacia de los alumnos, complejizando al mismo tiempo nuestra noción de modelización. Específicamente en este capítulo abordamos: ¿Qué emociones reportan los alumnos en el contexto de un proceso de modelización sobre seres vivos?

Justificación teórica

En las propuestas de conocimiento docente, incuida la propuesta de Shulman de conocimiento didáctico del contenido, las emociones y el dominio afectivo no fueron consideradas como partes constituyentes (ver análisis de Bolivar, 2005). Sin embargo, en los últimos diez años numerosos autores han propuesto considerar que las emociones deben formar parte del conocimiemto didáctico del contenido del profesor (Garritz & Ortega-Villar, 2013; Padilla & Van Driel, 2012; Zembylas, 200; entre otros).

Lo anterior se debe a que diversas investigaciones han señalado que las emociones son un factor importante en el proceso de aprendizaje. Pekrum (2005) señala que las emociones en el ámbito educativo predicen el esfuerzo que los alumnos harán en su proceso de aprendizaje, la determinación de estrategias flexibles para aprender, así como la manutención y el desarrollo de recursos de atención disponibles para el aprendizaje que definirán su desempeño académico. La comprensión de las emociones en los niños se ha relacionado directamente también con su desarrollo cognitivo y lingüístico (Blair, 2002).

Las emociones se han asociado a sentimientos, actitudes, estados de ánimo y percepciones. Gómez-Chacón (2000) define el dominio afectivo como un extenso rango de sentimientos y humores, estados de ánimo que son generalmente considerados algo diferente de la pura cognición. Vázquez y Manassero (2007) se refieren al ámbito emotivo-actitudinal y consideran que el componente afectivo es el rasgo más relevante de la actitud; por otro lado, McLeod (1989) refiere que el dominio afectivo abarca emociones, creencias y actitudes. En el ámbito de la enseñanza de las ciencias para Dos Santos y Mortimer (2003), lo afectivo incluye a las emociones, a los sentimientos y al estado de ánimo. Damasio (2010) distingue entre las emociones como percepciones que se acompañan de ideas y modos de pensamiento, y los sentimientos como percepciones de lo que hace el cuerpo mientras se manifiesta la emoción. Koballa y Glynn (2007) consideran que en didáctica de las ciencias las creencias se han asociado generalmente al dominio cognitivo, mientras las actitudes lo han sido al afectivo y emocional.

En este trabajo consideramos que una emoción es una reacción subjetiva a los estímulos del ambiente acompañada de cambios orgánicos (fisiológicos y endócrinos) de origen innato, pero influidos por la experiencia individual y social (Mellado et al., 2014). Bisquerra (2000) señala que las emociones son reacciones a la información recibida de nuestro entorno, cuya intensidad depende de las evaluaciones subjetivas que realizamos y en las que tienen gran influencia los conocimientos previos y las creencias. Las emociones se consideran una parte preformativa de la afectividad, son actuaciones culturales aprendidas y realizadas en las ocasiones oportunas, y los procesos educativos se conciben, en última instancia, como procesos de andamiaje emocional (Zembylas, 2002).

Cuando hablamos de emociones no nos referimos a un proceso exclusivamente individual e interno, sino a un proceso relacional en el que las emociones están mediadas por instrumentos y recursos culturales de naturaleza simbólica que nos proveen los contextos sociales. Estos instrumentos son clave para construir nuestra identidad (autoestima, estilo afectivo, etc.). Igualmente tenemos que los sentimientos y emociones tienen un horizonte moral, es decir, suponen indicadores de la relación que establecemos con los contextos en tanto que éstos encarnan unos determinados valores culturales y actuamos en relación con ellos privilegiándolos o rechazándolos.

Dentro de esta perspectiva dos nociones teóricas resultan de interés para enfocar la educación emocional en la enseñanza de las ciencias: mediación cultural y agencialidad. Ambas proponen un marco explicativo para la comprensión de las relaciones dialógicas entre emoción y contexto.

La mediación cultural *(Wertsch, 1993).*

En relación con la educación emocional, las situaciones prototípicas de aprendizaje emocional proponen unas formas de sentir y actuar a las personas que participan en ellas a través de un repertorio de herramientas mediadoras. Estos mediadores encarnan ideales culturales y valores sociales y a través de ellos se transmiten creencias y formas de acción generadas socialmente.

Agencialidad *(Wertsch, 1999).*

Se define como un tipo de acción responsable llevada a cabo por una persona para desarrollar sus objetivos usando los modos de mediación propios de cada escenario sociocultural. El uso de mediadores permite ganar o perder autoridad, en otras palabras, son recursos de empoderamiento personal. Estas formas de usar los mediadores nos informan de la representación subjetiva que una persona se hace de la situación al elegir un tipo de mediador y usarlo de un modo muy determinado (bien para regular a otros, bien para autorregularse). Las emociones, en última instancia, son modos de actuar y de relacionarse con el sistema de valores que encarnan los contextos y los mediadores culturales que los caracterizan.

Las interacciones entre los niños, el maestro y otras entidades y materiales presentes en el salón de clases, tienen una dimensión afectiva que actúa como una fuerza constitutiva de las condiciones que posibilitan la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias (Kayumova y Tippines, 2016). En el aprendizaje de las ciencias, los niños se involucran en diversas actividades que les permiten dar respuestas emocionales, desarrolar herramientas de interacción y empoderamiento personal. Cuando los elementos emocionales se reprimen en clases centradas en los aspectos cognitivos, los alumnos no pueden desplegar de manera amplia sus emociones y tampoco pueden aprender a gestionarlas.

Para estudiar el efecto de las emociones, éstas se han clasificado en positivas (la alegría, el orgullo, la gratitud, etcétera), negativas (el miedo, la ira, la aversión, la culpa, etcétera) o neutras, como la sorpresa. Las emociones positivas implican sentimientos agradables, con duración temporal corta que movilizan escasos recursos para su afrontamiento; en cambio, las emociones negativas implican sentimientos desagradables y movilizan muchos recursos para su afrontamiento; las emociones neutras no producen intrínsecamente reacciones ni agradables ni desagradables y tienen como finalidad el facilitar la aparición de posteriores estados emocionales (Fernández-Abascal *et al*., 2001).

En la educación emocional se pretendería, a través de actividades científicas creativas y ajustadas al contexto, que el alumno aprenda a gestionar las emociones negativas para vincularlas al placer, el orgullo, la satisfacción, la alegría o la confianza, generadas a través de la posibilidad de actuar, comunicar y resolver acompañado de sus compañeros y maestros. Así, en edades tempranas, la posibilidad de aprender a identificar y gestionar las emociones, en los procesos de aprendizaje de las ciencias, debiera constituir un objetivo de aprendizaje.

Contexto de nuestra experiencia en aula

Los datos que presentamos provienen de actividades realizadas en una escuela primaria pública situada en una zona con-urbana, de estrato socio-económico medio-bajo en la zona metropolitana de Monterrey, México. La escuela, con adecuada infraestructura, cuenta con todos los servicios básicos, incluso en algunos salones con climatización, más o menos funcional, para las altas temperaturas de verano.

Se trata aquí de un estudio longitudinal en el que trabajamos durante dos años con los mismos alumnos. Las actividades fueron desarrolladas en dos ciclos escolares 2015-2016 y 2016-2017, en formato de taller de biología. Los alumnos de primer año trabajaron dos horas una vez a la semana durante cinco meses, y posteriormente cuando pasaron a segundo año trabajaron nuevamente por dos horas una vez a la semana durante cinco meses. Participamos tres investigadoras (primeras tres autoras del trabajo), las docentes de aula y algunos otros colaboradores que visitaron a los alumnos en sesiones específicas. El grupo de 30 niñas y niños participantes contaban entre seis y siete años de edad.

En el primer grado las actividades estuvieron enfocadas a la construcción del modelo población biológica (Gómez Galindo *et al.*, 2016). Para realizar las actividades, los alumnos trabajaron en equipo, en parejas y en forma individual; se identificaron seres vivos en salidas al patio escolar, observaron lombrices composteras y colectaron y clasificaron insectos, además de observar ilustraciones y videos. También observaron y registraron sus propias características físicas y las de sus familiares.

En segundo grado las actividades tuvieron como objetivo la construcción del modelo de ser vivo (nutrición, relación y reproducción). Estas estuvieron enfocadas a la observación y cuidado de dos tortugas terrestres de la especie *Testudo horsfieldii,* las cuales permanecieron en el aula en una casa de madera

ambientada para su bienestar. La pregunta inicial a los alumnos fue: ¿Qué les gustaría aprender sobre las tortugas? Algunas interrogantes surgidas fueron: ¿Cuánta fuerza tienen las tortugas?, ¿crecen?, ¿cómo es el esqueleto?, ¿cómo nacen?, entre otras. A partir de estas inquietudes se realizaron experimentos, observaciones y diversas actividades prácticas.

Al finalizar cada actividad los alumnos en su cuaderno expresaban sus emociones. Durante el primer año seleccionando calcomanías (pegatinas) asociadas a la película *Intensa-mente* de Pixar, y en segundo, cada alumno elaboraba una representación (dibujo). En ambos casos guiados por las preguntas ¿Cómo me sentí?, ¿por qué?

Un reto al que nos enfrentamos, fue recuperar las emociones en escolares que están aprendiendo a escribir. Resultó atractivo para los alumnos más pequeños usar pegatinas alusivas a la felicidad, tristeza, enojo, desagrado y miedo de la película de Pixar que en ese momento era my popular. Para expresar la causalidad de dicha emoción después de seleccionar su pegatina, preguntábamos a algunos alumnos elegidos al azar: ¿Cómo te sentias y por qué?, escribiendo sus respuestas al lado de la pegatina. Esta actividad permitió identificar algunas razones de los alumnos. En el segundo año los alumnos ya escribian sus razones, apoyándoles a veces para la consolidación de la escritura.

Para este estudio tipo descriptivo, se recuperaron todas las emociones auto-reportadas y se clasificaron mediante un análisis cualitativo, en el que se generaron categorías asociadas a la emoción reportada: felicidad, desagrado, tristeza, enojo, miedo y sorpresa y a qué aspecto de la actividad se asociaba: a) Actividades de aprendizaje, b) Interacción social y c) Expectativas de logro.

Resultados y reflexiones de la experiencia

Al analizar las emociones auto-reportadas identificamos que en una sola actividad pueden señalarse diversas emociones en diversos alumnos e incluso en un solo estudiante.

En relación a las actividades de aprendizaje, como manipulación de seres vivos, se asociaban a felicidad cuando se trabajaba con tortugas; miedo y asco cuando se trabajó con lombrices e insectos. En experimentación, simulaciones, clasificación, etc. identificamos que solían asociarse con felicidad.

En el caso de interacción social, que tenía que ver con colaboración en equipo, compartir material, trabajo en parejas, etc., los alumnos reportaron agrado y felicidad, y enojo cuando el material no era compartido o no trabajaban con sus amigos de siempre.

Para las expectativas observamos que se reportaron de felicidad ante el logro y de enojo cuando las expectativas no eran cumplidas. Algunos ejemplos los presentamos en la Tabla 1.

Tabla 1: Ejemplos de emociones auto-reportadas.

Actividades de aprendizaje		
Actividad	Ejemplo	Descripción
Observación de lombrices 1er grado		**Feliz, desagrado y enojado** Estoy feliz y enojada porque los gusanos me daban miedo.
Experimento de la fuerza de las tortugas 2º grado		**Feliz** Porque Donatelo (la tortuga) movió un rollo y que las tortugas son fuertes.
Expectativas de logro		
Separar poblaciones en equipo 1er grado		**Enojo** No me salió el dibujo.
Observación de lombrices 1er grado		**Desagrado** No me gustó, pense que eran caracoles.
Experimento de los sentidos, probar y reconocer el chocolate 2º grado		**Feliz** Porque yo sí supe.

Interacción social		
Separar poblaciones de seres vivos en equipo 1er grado		**Enojo y desagrado** Porque nos caemos mal Bricia y yo y nos peleabamos.
Polillas de inglaterra 1er grado		**Feliz** Trabajamos haciendo títeres, por que todos estábamos participando.

Implicaciones para la práctica docente y la investigación

Este primer acercamiento al autoreporte de emociones por parte de los alumnos en un proceso de modelización nos permite empezar a considerar las emociones desde dos dimensiones. Por un lado en relación a las estrategias metodológicas que nos permiten registrarlas y acercarnos a los significados que los alumnos les atribuyen, usando en niños pequeños caritas o pegatinas, lo cual parece ser una estrategia plausible, además de acercarse directamente a preguntar las razones y registrarlas por escrito o grabarlas. Y por otro, en relación a la perspectiva sociocultural de las emociones, considerando que éstas están relacionadas con la cultura de los alumnos y la cultura escolar.

Empezar a gestionar estas emociones con los alumnos requiere reconocer que algunas son las que se esperan socialmente de ellos. Por ejemplo, cuando un alumno no logra un buen desempeño expresa enojo, en este caso las espectativas de los alumnos se relacionana con las del maestro y padres de familia respecto del buen desempeño. Así mismo, en el trabajo por equipo esperamos armonía y colaboración, sin conflictos o desacuerdos. Reconocer que algunas de estas emociones se relacionan directamente con un “deber ser” instaurado en la sociedad y el aula, nos permite como docentes, empezar a entender hasta qué punto estos convencionalismos pueden ser perjudiciales para los alumnos. La educación emocional podría empezar por el reconocimiento de que “esto es lo que se espera que sientan” y, a partir de ello, abrir espacios de comunicación, entendimiento y negociación, entrando en el plano meta-afectivo y de regulación.

Así mismo, respecto al manejo de seres vivos, observamos que su escasa introducción en el aula genera que los estereotipos asociados a los animales

bonitos o repugnantes se instaure con la mayor naturalidad. En ese sentido se esperaría que tras su paso por la escuela los alumnos lograran superar estos estereotipos para poder abordar el estudio de los seres vivos con un manejo más controlado de sus emociones.

Respecto de la investigación, debido a la escasa información sobre la vinculación de las emociones y los procesos de modelización, todas las preguntas están abiertas y creemos que este es un campo de indagación vasto y fructífero.

Proyecciones y conclusiones

Las emociones negativas se han considerado un obstáculo para el proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias, sin embargo son las que permiten a los alumnos desarrollar mayores estrategias de auto-determinación y agencialidad, por lo cual de forma similar al área cognitiva, donde se ha revalorizado el valor del error como herramienta de aprendizaje, en el área afectiva debiera reconsiderarse el valor de las emociones llamadas negativas como elementos valiosos para la educación emocional.

Podemos concluir que es posible que alumnos de seis y siete años generen auto-reporte de sus emociones, las expresen e identifiquen sus razones, lo cual nos permite considerarlas desde edades tempranas en investigación sobre modelización desde una perspectiva más compleja. Sin embargo, requerimos mayor investigación para generar y analizar propuestas de gestión de las las emociones y para incorporar la educación emocional en la clase de ciencias.

Referencias bibliográficas

Bisquerra, R. (2000). Educación emocional y bienestar. Barcelona: Praxis.

Blair, C. (2002). Integrating Cognition and Emotion in a Neurobiological Conceptualization of Children's Functioning at School Entry. *American Psychologist*, 57(2), pp. 111–127.

Bolivar, A. (2005). Conocimiento Didáctico Del Contenido y Didácticas Especificas. Revista de Curriculum y Formación Docente 9(2): 1-39. Recuperado de: http://www.ugr.es/local/recfpro/Rev92ART6.pdf

Damasio, A. (2010). Y el cerebro creó al hombre. Barcelona: Destino

Dos Santos, F.M.T & Mortimer, E.F. (2003). How emotions shape the relationship between a chemistry teacher and her high school students. *International Journal of Science Education,* 25(9), pp. 1095-1110. http://dx.doi.org/10.1080/0950069032000052216

Fernández-Abascal, E.; Martín, M. & Domínguez, J. (2001). *Procesos psicológicos*. Madrid: Ediciones Pirámide.

Garritz, A. & Ortega-Villar, N.A. (2013). El aspecto afectivo en la enseñanza universitaria. Cómo cinco profesores enseñan el enlace químico en la materia condensada. En V. Mellado, L.J. Blanco, A.B. Borrachero y J.A. Cárdenas (Eds.). *Las emociones en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias y las matemáticas* (Vol. II). Badajoz: UEX-DEPROFE, pp. 277-304.

Gómez-Chacón, I. M. (2000). Matemática emocional. Los afectos en el aprendizaje matemático. Madrid: Narcea.

Gómez Galindo, A.A., Gonzáles Galli, L. $ Torres Frías, J. (2016). Progresión para el aprendizaje de la selección natural basada en modelos. Una propuesta para Educación Básica. En: VII Congreso Internacional de Enseñanza de la Biología. 5-7 de octubre de 2016. Buenos Aires, Argentina. 6pp. Consultado el 2 de abril de 2017. En: http://congresosadbia.com/ocs/index.php/BAIRES16/Jneb2016/paper/viewFile/1363/744

Gutiérrez, R. (2014). Lo que los profesores de ciencia conocen y necesitan conocer acerca de los modelos: aproximaciones y alternativas. *Bio-grafía: Estudios sobre la Biología y su enseñanza*, 7(13), pp. 37-63.

Koballa, T.R. & Glynn, S.M. (2007). Attitudinal and Motivational constructs in science learning. En S.K. Abell y N.G. Lederman (Eds.). *Handbook of Research on Science Education*. Mahwah, NJ, USA: Erlbaum, pp. 75-102.

Kayumova, S. & Tippins, D. (2016). Toward re-thinking science education in terms of affective practices: reflections from the field. *Cultural Studies of Science Education*, 11(3), pp. 567-575.

McLeod, D.B. (1989). Beliefs, attitudes, and emotions: new view of affect in mathematics education. En D.B. McLeod y V.M. Adams (Eds.). *Affect and mathematical problem solving: A new perspective.* New York: Springer-Verlang, pp. 245-258.

Mellado, V., Borrachero, A. B., Brígido, M., Melo, L. V., Dávila, M. A., CAñada, F., Conde, M. C. Costillo, E., Cubero, J., Esteban, R., Martínez, G., Ruiz, C., Sánchez, J., Garritz, A.,

Mellado, L., Vázquez, B., Jiménez, R. & Bermejo, M. L. (2014). Las emociones en la enseñanza de las ciencias. Enseñanza de las Ciencias, 32(3), 11-36.

Padilla, K. & Van Driel, J.H. (2012). Relationships among cognitive and emotional dimensions of teaching quantum chemistry at university level. *Educación Química*, 23(E2), pp. 311-326.

Pekrun, R. (2005). Progress and open problems in educational emotion research. *Learning and Instruction*, 15, pp. 497-506.

Vázquez, A. & Manassero, M.A. (2007). En defensa de las actitudes y emociones en la educación científica (I): Evidencias y argumentos generales. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias,* 4(2), pp. 247-271.

Wertsch, J. V. (1993). Voces de la mente. Un Enfoque Sociocultural para el estudio de la acción mediada. Madrid: Visor.

Wertsch, J. V. (1999). *La mente en acción.* Madrid: Visor.

Zembylas, M. (2002). Constructing genealogies of teachers' emotions in science teaching. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(1), pp. 79-103. Recuperado de: http://dx.doi.org/10.1002/tea.10010.

Zembylas, M. (2007). Emotional ecology: The intersection of emotional knowledge and pedagogical content knowledge in teaching. *Teaching and Teacher Education*, 23(4), pp. 355-367. Recuperado de: http://dx.doi.org/10.1016/j.tate.2006.12.002

Agradecimientos

A los alumnos, alumnas y maestras de la escuela primaria Carlos Maldonado, con quienes trabajamos durante los talleres de biología. A José de la Cruz Torres Frías, Emanuel Esqueda, Cinthia Guadalupe Aba Gevara y Daniel Gibran Castillo que participaron como profesores invitados en algunas actividades, y a los revisores anónimos, por su retroalimentación.

Este trabajo fue apoyado a por el proyecto SEP-SEB CONACYT 2014-01 N°. 240192.

Capítulo 7

Espacios de ciencia de libre elección: Posibilidades y límites

Montserrat Pedreira
mpedreira@umanresa.cat
UVic - Universitat Central de Catalunya

Conxita Márquez
conxita.marquez@uab.cat
Universitat Autònoma de Barcelona

Contenido

- Resumen
- Introducción
- Posicionamiento teórico
- Relevancia en el contexto investigador
- Espacios de ciencia de libre elección: el caso “*Puc tocar?*”
- Diseño metodológico
- Análisis de la propuesta “*Puc tocar?*”
- Implicaciones didácticas
- Proyecciones y conclusiones
- Referencias bibliográficas
- Agradecimientos

Resumen

Coincidiendo con el inicio del siglo XXI, en Cataluña han ido surgiendo escuelas de educación infantil y primaria que modifican su organización espacio-temporal de manera que en diversos momentos del día los niños y niñas dejan su sala para acceder a espacios habilitados con propuestas agrupadas por temáticas (el espacio de ciencias, de comunicación, de arte…), a las que acceden en libre elección y en grupos de distintas edades. Una organización que nace con la finalidad de mejorar el bienestar y al mismo tiempo estimular el aprendizaje de los niños y niñas.

En este contexto, el Museu de Ciències Naturals de Barcelona creó una propuesta para las primeras edades, "*Puc tocar?*", siguiendo esta misma organización, que ha sido el foco de un estudio de caso para investigar las dos finalidades antes mencionadas.

Por un lado, el estudio identificó y cuantificó las evidencias de bienestar y no-bienestar con resultados que confirman que la experiencia es altamente gratificante para los participantes. Por otro, se analizaron los procesos de aprendizaje en base a 3 fases: *Experiencia, Explicitación* y *Evolución*. El análisis puso de relieve que un espacio de ciencia en libre elección proporciona grandes oportunidades de *Experiencia* directa, ayuda también a la *Explicitación* de las ideas, a través sobretodo del lenguaje, y provoca el surgimiento de preguntas como paso inicial para la *Evolución*. Pero también hizo evidente que cambiar las maneras de pensar de los niños y niñas pequeños necesita de itinerarios de mayor continuidad que no se ven favorecidos en contextos de libre elección.

Extrapolar estos resultados a otros espacios de ciencia de libre elección permite caracterizar sus posibilidades educativas así como también sus límites, destacar algunas implicaciones didácticas a tener en cuenta en la creación de espacios de ciencia y reflexionar sobre la conveniencia de incorporar su estudio a la formación inicial del profesorado.

Introducción

Con el inicio del siglo, en Cataluña fueron surgiendo escuelas, sobre todo en las primeras edades, que modificaban su organización espacio-temporal, de manera que en diversos momentos del día o incluso en todo el tiempo escolar, los niños y niñas dejaban su sala para acceder a diversos espacios habilitados con propuestas agrupadas por temáticas (el espacio de ciencias, de comunicación, de arte…) a las que acceden en libre elección y en grupos de distintas edades. La idea surge

de adaptar el tiempo y el espacio escolar a las necesidades de los niños y niñas y a una manera de entender el aprendizaje que rehúye la simple trasmisión de conocimientos. Así pues, la organización por espacios de libre elección nace bajo el supuesto de mejorar el bienestar y al mismo tiempo el aprendizaje de los/as estudiantes.

La propuesta se expandió con rapidez porque era vivida de manera muy satisfactoria por sus protagonistas, tanto por los niños y niñas como por sus maestros. Con la popularización, creció la diversidad de concreciones distintas y de nombres con que se identifican: organización por ambientes, espacios, laboratorios…

En este contexto, el Museu de Ciències Naturals de Barcelona encargó a la primera autora (Montserrat Pedreira) la preparación de un espacio para niños de hasta 6 años en el museo. Una de las iniciativas que se idearon, "*Puc tocar?*"[1] establece la organización de las propuestas en libre elección. Igual que en las escuelas, la propuesta tuvo éxito muy rápidamente entre las maestras visitantes. Dado que no había investigación ninguna al respecto, y que tanto defensores como detractores de dicha innovación hablaban desde la intuición y las propias creencias, se decidió orientar la tesis doctoral de la creadora del "Niu de ciència" –el espacio para niños y niñas de hasta 6 años del museo–, a la investigación sobre la identificación de evidencias de bienestar y de procesos de aprendizaje que tenían lugar en la propuesta para valorar las posibilidades y los límites que ofrece un espacio de ciencia de libre elección a los niños y niñas (Pedreira, 2016) .

Posicionamiento teórico

Situar la investigación requiere explicitar el posicionamiento teórico de las autoras en conceptos básicos como infancia, ciencia, conocimiento o aprendizaje. La extensión del artículo no permite gran expansión en estas ideas, por lo que se presentan unas pinceladas clave acompañadas de autoras y autores de referencia.

Se parte de la base de considerar a niños y niñas como seres inteligentes, capaces, competentes, constructores de conocimiento, identidad y cultura, que desarrollan teorías que convierten en acción, con ideas que examinan y reexaminan a la luz de sus experiencias y en interacción con los demás (Daza, Quintanilla, Muñoz, & Arrieta, 2011, p. 37; Gopnik & Meltzoff, 1999; Malaguzzi, 2005; Hoyuelos, 2004).

1 En castellano, "¿Puedo tocar?"

Se entiende la ciencia como construcción humana al servicio de los intereses de una comunidad inmersa en un marco de valores, una actividad humana clave, instrumento para conocer, comprender, apreciar y vivir en nuestro mundo. Se trabaja sobre la idea de una ciencia cercana, participativa, que se muestra en la cotidianeidad (Capra, 1998; Izquierdo, 2013; Lemke, 1997; Márquez, 2010; Pujol, 2003; Quintanilla, Orellana, & Daza, 2011, p. 59).

El conocimiento se aborda desde la complejidad, como una manera de pensar sobre el mundo basada en la incertidumbre, la diversidad, la no linealidad, la subjetividad,... (Morin, 2000; Maturana, 2003; Pérez Gómez, 2012; Dahlberg, Moss, & Pence, 1999).

Finalmente, se entiende el aprendizaje como un proceso que conlleva necesariamente modificaciones profundas en los modos de pensar, actuar o sentir. (Pozo, 2008; Duckworth, 1987; Arcá, 2000).

Relevancia en el contexto investigador

Esta investigación responde a dos ideas recurrentes en la investigación sobre niños pequeños y ciencia.

Por un lado, hay una gran coincidencia en la literatura sobre la necesidad de que los niños y niñas, desde el inicio de su vida escolar, vivan experiencias gratificantes en relación con la ciencia. Lo definen con precisión Eshach & Fried (2005, p. 321):

> *"Si las actitudes se forman en las primeras edades de la vida, y si ello tiene influencia significativa en el futuro desarrollo de los niños, los educadores deberían construir ambientes en qué los estudiantes puedan disfrutar de la ciencia y tener experiencias positivas".*[2]

La necesidad de ofrecer situaciones de calidad en este periodo inicial es vital e impostergable. Quintanilla *et al*. (2011) añaden que se deben ofrecer desde edad temprana experiencias agradables en ciencias que favorezcan el aprender sobre el mundo.

2 If attitudes are formed already at early stages of life, and if they indeed have significant influence on the child's future development, educators ought to build environments in which students will enjoy science and have positive experiences.

Por ello la primera parte de la investigación se orienta a cómo evidenciar que una propuesta educativa en libre elección proporciona este contexto de experiencias gratificantes sobre ciencia.

Por otro lado, la investigación se planteaba averiguar qué procesos relevantes para el aprendizaje de las ciencias tenían lugar en las sesiones del "*Puc tocar?*". Para ello, se recorrió literatura de autores de referencia provenientes de diferentes tradiciones culturales sobre cómo se aprende ciencia y se identificaron 3 fases con grandes similitudes, que se exponen en la Tabla 1. A partir de estas aportaciones y teniendo en cuenta la especificidad de la edad y del caso concreto que se analiza, se reformularon les 3 fases tal como se recoge al final de la misma tabla.

Osborne (2014)	Investigar el mundo material: observar, medir, recoger datos...	Generar hipótesis: desarrollar explicaciones de lo observado.	Evaluar: basándose en la evidencia, los datos, teorías y modelos.
Harlen (2010)	Acción física directa sobre objetos y materiales.	El lenguaje como base para construir ideas abstractas.	De las ideas concretas a las "grandes ideas" sobre la ciencia y sobre la construcción del conocimiento científico.
Pujol (2003) Sanmartí (2004)	Hacer: percibir, observar, manipular, controlar el fenómeno.	Comunicar: poner palabras, describir, explicar, argumentar.	Pensar: hacerse preguntes, imaginar soluciones, anticipar, representar, modelizar, evaluar.
Arcà y Mazzoli (1990)	Experiencia: hacer, trabajar con las manos, sensibilidad, percepción.	Lenguaje: hablar, hacer explícito aquello que la experiencia y la percepción han hecho accesible.	Conocimiento: entender, el continuo intercambio entre lenguajes y experiencia construye conocimiento individual que se viste al mismo tiempo de "cultura" socializada.
Saçkes (2014)	Actividades de contacto físico.	Partir de las ideas preexistentes.	Llegar a discusiones compartidas para dar significado a los hechos.
***Puc tocar?* Pedreira (2016)**	**Experiencia con la realidad** Aproximación sensorial Acciones exploratorias Uso de instrumentos	**Explicitación de las ideas de los niños/as** Habilidades cognitivas y cognitivo-lingüísticas	**Evolución de las ideas de los niños/as** Surgimiento de preguntas Introducción de nuevas ideas Modelización

Tabla 1. *Fases del aprendizaje de la ciencia según diversos autores.*

La tabla evidencia que los distintos autores y autoras coinciden en que para que se produzca aprendizaje es necesario conocer el fenómeno, saber hablar sobre él, y ser capaz de elaborar explicaciones a partir de preguntas y de activar ideas y modelos. Tres fases que desde la tradición cultural de cada país se nombran de manera diferente y se definen con enfoques sutilmente diferentes pero de gran coincidencia. Tres fases que se presentan de manera interrelacionada a lo largo del proceso de aprendizaje.

En el caso objeto de análisis, se optó por identificar las fases con "las tres E": Experiencia, Explicitación y Evolución.

La fase de Experiencia, se refiere a la experiencia con la realidad, contacto directo básico en cualquier aprendizaje sobre el mundo que nos rodea pero más en niños y niñas de corta edad, algunos con muy poco lenguaje.

La fase de Explicitación recoge la importancia de hacer explícitas las ideas de los niños, para ellos mismos y para las maestras y educadoras. Para entender las ideas de los pequeños se recurre a las habilidades cognitivas (clasificar, comparar…) y a las cognitivo-lingüísticas (nombrar, describir, argumentar…).

Finalmente, Evolución, dado que lo importante para el aprendizaje es la idea de cambio, por lo tanto, se busca la evolución de las ideas de los niños y niñas. Esta empieza con el surgimiento de preguntas y tiende a la modelización, es decir, al acercamiento a las ideas potentes desde la ciencia, a menudo nada triviales e incluso contra-intuitivas.

En base a estas tres fases se analizaron las conductas de niños y niñas para identificar qué procesos se daban con mayor frecuencia en las sesiones del "Puc tocar?".

Así, y como resumen del apartado, cabe recordar que los dos objetivos de la investigación son:

- Cómo evidenciar que una propuesta educativa en libre elección proporciona un contexto de experiencias gratificantes sobre ciencia.
- Qué procesos relevantes para el aprendizaje de las ciencias tienen lugar en las sesiones del "*Puc tocar?*" en base a las 3 fases: *Experiencia, Explicitación* y *Evolución.*

Espacios de ciencia de libre elección: el caso "*Puc tocar?*"

Se define un espacio de ciencia como aquel ambiente educativo configurado con propuestas elaboradas mayormente con material natural, dispuestas por ámbitos temáticos relacionados con la ciencia (seres vivos y su medio, propiedades de los materiales, movimiento, magnetismo, luz, sonido…) de manera sugerente, de libre acceso para niños y niñas, y que requiere de una cuidadosa intervención del adulto, habitualmente no directiva y en formato individual o en pequeño grupo.

Las propuestas del espacio deben seguir algunos criterios que han sido más ampliamente definidos en una publicación reciente (Pedreira & Márquez, 2016):

- Propuestas que movilicen ideas sobre algún ámbito de la ciencia.
- Propuestas que tengan sentido para los niños y niñas sin necesidad de la presencia del adulto.
- Propuestas con una intencionalidad clara y bien definida de aprendizaje pero al mismo tiempo, suficientemente abiertas como para permitir que pasen cosas no previstas.
- Cuando sea posible, propuestas con reto, sorpresa, pregunta...

Inspirada en estas ideas surge la propuesta para grupos escolares y para familias "*Puc tocar?*", la base de análisis para la investigación. Se distribuyen por la sala propuestas diversas de manera aproximada a como muestra la Figura 1.

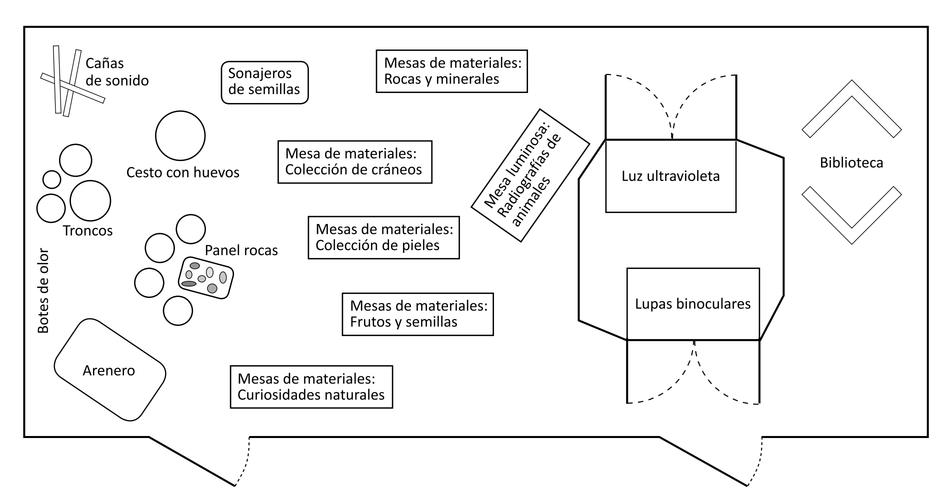


Figura 1. *Distribución del espacio en la propuesta "Puc tocar?"*
Fuente: Alba Carbonell. Niu de ciència

En los cerca de 100 metros cuadrados del espacio, los niños y niñas encuentran propuestas con el mismo tipo de material que ofrece el museo de los adultos, pero todas al alcance del contacto directo de los más pequeños: un arenero que en lugar de palas y cubos contiene restos de animales o plantas marinas y piedras erosionadas por la acción del mar; cestos con rocas (guijarros de río, piedras negras redondeadas y planas, etc.) y un panel para poder encajarlas; una colección de sonajeros de semillas en contenedores transparentes que incorporan uno opaco que impide ver lo que hay dentro; un cesto con huesos de ternera; una estructura con troncos de árboles diversos que emiten sonidos diferentes al ser golpeados con una caña como baqueta; una colección de cráneos de distintos animales; pieles de animales extendidas en un soporte de madera, etc.

Los niños y niñas después de un breve saludo de las educadoras, que les recuerdan la importancia de ir con cuidado con el material, entran en el espacio y van donde quieren, con quien quieren, el tiempo que quieren, sin más restricción que evitar todo peligro para uno mismo, para los demás o para los materiales.

Los adultos a cargo del espacio observan la actividad de los niños y niñas para decidir razonadamente si su intervención es conveniente.

Después de poco más de media hora de actividad, se plantea una puesta en común en donde se da valor a algunas de las propuestas a partir de la pregunta: "¿Quien tiene alguna cosa interesante que compartir?". La intención es favorecer que puedan llevarse algunas incógnitas a la escuela sobre las que poder seguir un itinerario de aprendizaje de largo recorrido.

Diseño metodológico

La investigación se centra en un estudio de caso con la finalidad de que conocer en profundidad la propuesta concreta del "*Puc tocar?*" permita extender algunas conclusiones a otros espacios de ciencia.

Se escogió la observación en situación natural como método de recolección de datos, puesto que se quiere analizar una situación lo más real posible y se huye de las condiciones de laboratorio.

Con la idea de dar respuesta a las preguntas expuestas en el apartado "Relevancia en el contexto investigador" se observaron y analizaron 3 sesiones del "*Puc tocar?*", que abarcaban el abanico de edades a que va dirigida la propuesta (de 2 a 6 años) con los datos que se muestran en la Tabla 2:

Edad	Fecha grabación	Duración de la sesión	Número de niños	Número de secuencias identificadas
E.I. 2 años	27 febrero 2014	42 minutos	22	60
E. I. 4 años	27 septiembre 2013	27 minutos	13	59
E.I. 3, 4 y 5 años	4 abril 2014	30 minutos	12	143

Tabla 2. *Datos básicos de las observaciones realizadas*

Para el análisis de los datos se transcribieron las sesiones a partir de la grabación en video, tomando como unidad de análisis la secuencia, es decir, aquel conjunto de acciones que sigue una unidad narrativa, con unos protagonistas, una intencionalidad, un inicio y un final.

Para poder comparar los datos entre sesiones se usó la frecuencia, definida como el número de veces que se identifica un comportamiento determinado dividido por el número total de secuencias de la sesión.

Las observaciones se triangularon con las aportaciones de las maestras asistentes a partir de un *focus grup* y de las educadoras del museo a través de una encuesta.

Análisis de la propuesta "*Puc tocar*?"

- ***Como experiencia gratificante***

Tal como ya se ha dicho, la primera parte de la investigación se orienta a cómo evidenciar que una propuesta educativa en libre elección proporciona un contexto gratificante para el aprendizaje.

De las observaciones realizadas, se desprendieron las categorías de análisis que se recogen en la Tabla 3:

Expresiones personales	**Bienestar**: risas o sonrisas, canturreos, determinados movimientos del cuerpo, expresiones de admiración...
	no-bienestar: llanto, quejas, comportamientos disruptivos diversos (movimientos bruscos, ruidos excesivos o usos peligrosos del material).
Interacciones entre iguales	**Favorecedoras**: colaboración, complicidad (niños que están pendientes uno del otro, que se imitan, que se hacen propuestas, que se dejan los materiales…).
	No-favorecedoras: conflictos por posesión.
Intervenciones del adulto	**Ser receptivo** a las necesidades de los niños: responder a sus demandas, mostrar que se da valor a su actividad.
	Mantener el orden: impedir acciones de mal uso del material, poner paz en conflictos entre los niños.

Tabla 3. *Categorías de análisis para validar si la propuesta "Puc tocar?" proporciona un ambiente de aprendizaje vivido como una experiencia gratificante.*

En base a estas categorías, se identificaron todas las evidencias que tenían lugar en las sesiones observadas, con el resultado global que se refleja en la Figura 2.

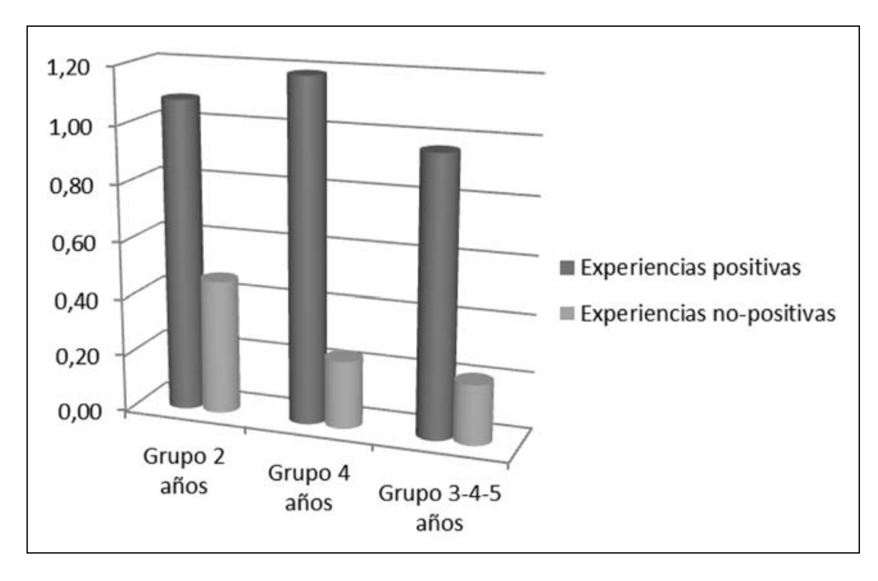


Figura 2. *Comparativa entre experiencias gratificantes y no gratificantes (frecuencia)*

Sin entrar en detalles, está claro que los datos obtenidos llevan a afirmar claramente que el "*Puc tocar?*" ofrece a los niños una experiencia gratificante sobre contenidos de ciencias naturales en un clima a la vez relajante y estimulante.

- ***Como experiencia favorecedora de procesos de aprendizaje***

Para identificar los procesos de aprendizaje que tienen lugar en las sesiones del "*Puc tocar?*" se analizaron las sesiones observadas en base a la búsqueda de evidencias de acciones de los niños enfocadas a la obtención de Experiencia, a la Explicitación de las ideas y a la Evolución de las mismas, con los resultados globales que se muestran en la Figura 3.

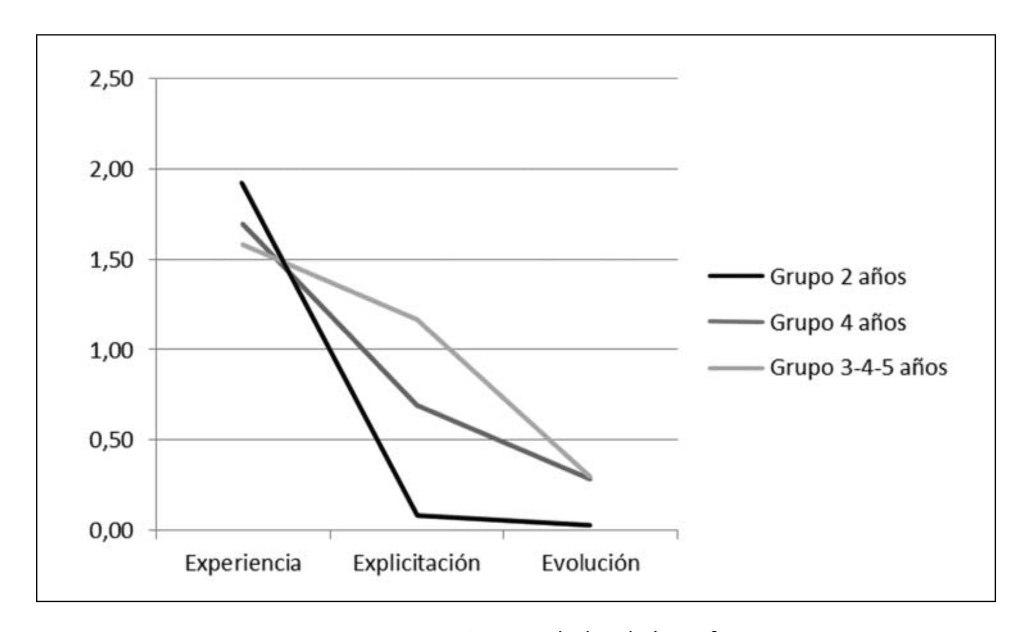


Figura 3. *Frecuencia por edades de las 3 fases*

Los datos evidencian que un punto fuerte de la propuesta lo constituyen las posibilidades que proporciona el adquirir experiencia directa con la realidad en todas las edades, pero especialmente en el grupo de los más pequeños. La propuesta también favorece, aunque en menor medida y mayoritariamente en niños y niñas a partir de los 3 años, la explicitación de las ideas. En la fase de Evolución, se consigue generar puntos de curiosidad que puede ser el inicio de itinerarios de aprendizaje que necesitarán continuidad en otros contextos[3].

3 Una concreción mucho más detallada del análisis realizado se puede encontrar en la tesis mencionada anteriormente, (Pedreira, 2016).

Implicaciones didácticas

Para la implementación de espacios de ciencia en infantil

El análisis en profundidad de la experiencia del "*Puc tocar?*" ha servido para destacar algunos aspectos a tener en cuenta en la implementación de cualquier espacio de ciencia, que se recogen resumidamente en la Tabla 4.

Factores	**Características**	**Aportaciones**			
		Vivencia positiva	Experiencia	Explicitación	Evolución
Funcionamiento en libre elección	• Acceso libre a los materiales. • No secuencial • No directividad del adulto.	• Clima positivo: no hay imposiciones a seguir y por lo tanto cada cual se puede adaptar a las propias preferencias cuanto a actividad y compañeros • Favorece las interacciones	• Cada niño/a toma iniciativas sobre su propia acción sobre los objetos y materiales	• La libre interacción favorece la comunicación	• Permite ajustar la intervención del adulto individualmente o en pequeño grupo.
Objetos y materiales	• Material natural y diverso para poder asegurar el atractivo. • Incorporacion de instrumentos de calidad. • Material e instrumentos en número adecuado.	• El atractivo del material orienta la atención de los niños/as al material. • El número adecuado evita conflictos.	• El atractivo del material provoca la acción de los niños/as sobre los objetos, y por tanto, el contacto sensorial y las acciones exploratorias • Uso exploratorio de instrumentos	• El atractivo del material provoca las palabras de los niños/as y promueve la comunicación. • Material por colecciones	• El atractivo y la diversidad del material favorecen el surgimiento de preguntas.
Propuestas	• No disruptivas y distribuidas de manera equilibrada en el espacio. • Ricas en los procesos de aprendizaje que provocan.	• Escoger y disponer las micro-propuestas evita movimientos excesivos, ruido, peligro o conductas no deseadas.	• Favorecen procesos de aprendizaje de las 3 fases.		

Papel del adulto	• Discreto, respetuoso, pero firme en evitar conductas no deseadas. • Interlocutor en las interacciones • Atento al surgimiento de curiosidad en los niños/as y hábil para introducir nuevas ideas. • Observador-evaluador	• Da seguridad • Da valor a las acciones de los niños/as.	• Respeta la actividad de los niños/as y favorece, por tanto, su acción autónoma.	• Favorece la comunicación ajustada a los niños/as individualmente o en pequeño grupo.	• Reconoce oportunidades de surgimiento de preguntas • Propone caminos para introducir nuevas ideas
		• Favorece el análisis y la evolución de las micropropuestas y del espacio en general.			

Tabla 4. *Aportaciones de los diferentes factores identificados como relevantes en la creación de propuestas para niños y niñas pequeñas en el ámbito de las ciencias.*

Se identifican cuatro aspectos clave en la implementación de un espacio de ciencia tal como se ha definido, que contribuyen a la vez a convertir la experiencia en gratificante y en potenciar algunos procesos de aprendizaje de interés.

Por un lado, la libre elección contribuye al bienestar en tanto que evita imposiciones y cada cual puede escoger en qué interesarse en un ambiente estimulante, a la vez que favorece la adquisición de experiencia directa a partir de la libre iniciativa de los niños y niñas y la explicitación de las ideas entre iguales o con los adultos en situación individual o de pequeño grupo.

El estudio también evidenció la importancia del atractivo de los materiales y objetos tanto en la consecución de un clima gratificante como en provocar todo tipo de procesos de aprendizaje. En este sentido, resaltar que el material natural, troncos, astas, huesos, semillas, etc., con toda su diversidad provoca una gran fascinación en los niños como quedó patente con el gran número de muestras de emoción asociadas al material (mira!, uala!).

Otro aspecto que aparece como importante es cuidar la calidad de las propuestas, que deben dar respuesta a los intereses de los niños al tiempo que a las intenciones educativas de los adultos. Los datos sugieren que deben ser diversas en el tipo de material pero también en los procesos de aprendizaje que promueven, de manera que emerjan, en la medida de lo posible, procesos de las 3 fases.

Por último, la presencia de adultos atentos, receptivos y respetuosos parece garantizar el clima relajado y gratificante, al tiempo que aparece como fundamental para conseguir procesos de alto nivel. En el estudio, los adultos se muestran como los interlocutores clave para favorecer el intercambio comunicativo y la conversación (fase de Explicitación) y también como la pieza básica en la identificación de preguntas de los niños que puedan dar pie a un proceso de revisión de las ideas (fase de Evolución). Un adulto que se encuentra en equilibrio entre el respeto y la intervención, desarrolla papel que fue muy bien definido por Goldschmied (1998) con la frase "intervenir, no interferir", que evidentemente requeriría de mucho más espacio para ser tratado en profundidad.

Para la práctica docente universitaria

Si organizar el tiempo escolar en base a espacios es una tendencia emergente, hay que considerarla en la formación inicial y ayudar a las futuras maestras a poder realizar un buen trabajo, riguroso didáctica y científicamente, desde los espacios de ciencia. La formación de las maestras de educación infantil debe introducir el estudio sobre dicha organización, del conocimiento de sus posibilidades y límites, o los criterios para la construcción de propuestas de juego para los niños, pero con sentido científico para los adultos.

Para ello, dado el poco tiempo de que se dispone y la poca profundidad en general de los conocimientos de ciencias de las futuras maestras, parece esencial aprovechar al máximo todos los momentos formativos en la universidad para proporcionar a la vez conocimiento disciplinar y conocimiento didáctico, decisión que es responsabilidad de cada equipo educativo y que supera ampliamente los objetivos de este documento.

Proyecciones y conclusiones

Tratándose de un campo novedoso, surgen numerosas preguntas de investigación sobre las cuales se deberá ir investigando.

Un punto crucial, que crea muchas dudas en las maestras en activo, es la concreción del papel del adulto en un espacio de ciencia. ¿Cuáles son las intervenciones del adulto que ayudan a los niños y niñas a hacer evolucionar sus ideas? ¿Se pueden deducir condiciones externas que influyen, como podría ser la previa observación de la actividad de los niños? ¿Influye el tipo de preguntas que se plantean?

Otro punto de interés para la investigación debe ser la definición de las diferentes propuestas con especificación de qué procesos de aprendizaje promueven.

También la continuidad ofrece un campo interesante a la investigación. Es de suponer que las visitas reiteradas de grupos escolares permitirían un mejor aprovechamiento de las posibilidades de aprendizaje de la propuesta. Es de suponer también que la visita a un espacio de ciencia fuera del aula puede promover el surgimiento de itinerarios de aprendizaje posteriores a partir de alguna de las preguntas surgidas en el espacio. ¿Y qué pasa en los espacios de ciencia escolares, que disfrutan de la posibilidad de repetición y de enlace directo con momentos de trabajo en grupo?

El estudio realizado abre la puerta a considerar que una de las aportaciones de los espacios de ciencia es aumentar el bienestar, así como aumentar el aprendizaje, sobre todo en las fases de Experiencia y Explicitación. Asimismo, los espacios aparecen como buenos generadores de curiosidad y preguntas, pero también parece claro que cambiar las maneras de pensar requiere más continuidad de la que se obtiene en un espacio de libre elección. Por ello, la propuesta que planteamos para el tiempo educativo en la escuela infantil es la combinación entre espacios de libre elección y tiempo de trabajo conjunto en grupo con la coordinación de la maestra. A este respecto, el capítulo de modelización del presente libro puede ser un buen complemento a la aportación del que acabáis de leer.

Referencias bibliográficas

Arcá, M. (2000). Un model de circulació. *Perspectiva escolar*, (241).

Arcà, M. & Mazzoli, P. (1990). Fer, parlar, entendre. Educació científica a nivell preescolar. *Papers*, (1), 35-40.

Capra, F. (1998). *La trama de la vida: una nueva perspectiva de los sistemas vivos*. Barcelona: Anagrama.

Dahlberg, G., Moss, P. & Pence, A. (1999). Més *enllà de la qualitat: perspectives postmodernes*. Barcelona: Asociación Maestros Rosa Sensat.

Daza, S. F., Quintanilla, M. R., Muñoz, E. L. & Arrieta, J. R. (2011). La Ciencia como Cultura y Cultura de la Ciencia: su contribución en el desarrollo de pensamiento científico en los niños. En *La enseñanza de las ciencias naturales en las primeras edades* (Vol. 5, p. 326). Colombia.

Duckworth, E. (1987). Cómo tener ideas maravillosas: y otros ensayos sobre cómo enseñar y aprender. Madrid: Visor : Centro de Publicaciones del MEC.

Eshach, H. & Fried, M. (2005). Shoould science be taught in early childhood? *Journal of science education and technology*, *14*(3), 315-336.

Goldschmied, E. (1998). *Educar l'infant a l'escola bressol*. Barcelona: Associació de Mestres Rosa Sensat.

Gopnik, A. & Meltzoff, A. N. (1999). Palabras, pensamientos y teorías. Madrid: Visor.

Harlen, W. (Ed.). (2010). *Principles and big ideas of science education*. Great Britain: Ashford Colour Press. Recuperado de http://www.interacademies.net/File.aspx?id=25103

Hoyuelos. (2004). *La ética en el pensamiento y obra pedagógica de Loris Malaguzzi*. Barcelona: Ocatedro / Rosa Sensat.

Izquierdo, M. (2013). Consideraciones acerca de la diferencia entre «contexto del alumno» y «contexto de modelizacion científica escolar» y de las dificultades que de ella se derivan. En *Seminari Perspectives sobre el context en educació científica*. Bellaterra: UAB.

Lemke, J. L. (1997). *Aprender a hablar ciencia: lenguaje, aprendizaje y valores*. Barcelona: Paidós.

Malaguzzi, L. (2005). Els infants, la ciutat i la pluja. En *Els cente llenguatges dels infants* (p. 215). Barcelona: Rosa Sensat.

Márquez, C. (2010). Les competències: Una mirada des de les ciències de la naturalesa. En *Competències: una oportunitat per repensar l'escola* (pp. 132-139). Bellaterra: ICE de la UAB.

Maturana, H. R. & Varela. (2003). El Árbol del conocimiento: las bases biológicas del entendimiento humano. Santiago de Chile: Lumen : Editorial Universitaria.

Morin, E. (2000). Els set coneixements necessaris per a l'educació del futur: informe elaborat per Edgar Morin per a la UNESCO com a contribució a la reflexió internacional sobre com educar per a un futur sostenible. (H. Cots, Trad.). [Barcelona]: Centre UNESCO de Catalunya. Recuperado de http://www.unescocat.org/fitxer/516/setconeixements.pdf

Osborne, J. (2014). Teaching Scientific Practices: Meeting the Challenge of Change. *Journal of Science Teacher Education*, *25*(2), 177-196. https://doi.org/10.1007/s10972-014-9384-1

Pedreira, M. (2016, junio 1). *«Puc tocar?»* Anàlisi d'una proposta educativa del Museu de Ciències Naturals de Barcelona per a infants de 2 a 6 anys. Universitat Autònoma de Barcelona. Departament de Didàctica de la Matemàtica i de les Ciències Experimentals, Bellaterra. Recuperado a partir de http://www.tdx.cat/handle/10803/386493

Pedreira, M. & Márquez, C. (2016). Espacios generadores de conocimiento. *Cuadernos de pedagogía*, *466*, 46-49.

Pérez Gómez, Á. I. (2012). Educarse en la era digital: la escuela educativa. Madrid: Morata.

Pozo, J. I. (2008). *Aprendices y maestros: la psicología cognitiva del aprendizaje*. Madrid: Alianza Editorial.

Pujol, R. M. (2003). Didáctica de las ciencias en la educación primaria. Madrid: Sintesis.

Quintanilla, M. R., Orellana, M. L. & Daza, S. F. (2011). La ciencia en las primeras edades como promotora de competencias de pensamiento científico. En *La enseñanza de las ciencias naturales en las primeras edades* (Vol. 5, p. 326). Colombia.

Saçkes, M. (2014). Parents who want their PreK children to have science learning experiences are outliers. *Early Childhood Research Quarterly*, (29), 132-143.

Sanmartí, N. (2004). Aprendre ciències: connectar l'experiència, el pensament i al parla a través de models. Departament d'Educació. Generalitat de Catalunya. Recuperado de http://www.xtec.cat/alfresco/download/direct?path=/Company%20Home/Formaci%C3%B3/xtec_public/neussanmarti.pdf

Agradecimientos

Un agradecimiento a todo el equipo de la Facultad de Educación de la PUC, pero especialmente a Mario Quintanilla, por la invitación a participar en el Seminario Internacional "El pensamiento científico en la formación inicial y permanente de Educadores de Párvulos. Propuestas, requerimientos y desafíos" y a María Luisa Orellana que cuidó de la primera autora durante la estancia, la que convirtió en un tiempo de aprendizaje muy gratificante.

Al Grupo LIEC (2009SGR1543 por AGAUR) y al proyecto financiado por la Dirección General de Investigación, Ministerio de Educación y Ciencia (EDU2015-66643-C2-1-P).

Capítulo 8

La evaluación en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias en Educación Parvularia

Joyce Maturana
joyce.maturana@pucv.cl
Juan Pablo Lobos
lobosjp@gmail.com
Cristian Merino
cristian.merino@ucv.cl
Instituto de Química - Pontificia Universidad Católica de Valparaíso

Contenido

- Resumen
- Aprender a enseñar y evaluar en ciencias en las primeras edades
  1. Valorar la educación científica en las primeras edades
  2. Transformar la concepción de la evaluación
  3. Desarrollo de Competencias de Pensamiento Científicas
- Compartiendo experiencias
- Ideas clave que se extraen del proceso
- Implicaciones para la práctica docente e investigativa
- Referencias bibliográficas

Resumen

En este capítulo focalizamos nuestra atención sobre las prácticas de evaluación de aprendizajes en Educadoras de Párvulos en formación (EPAFI). La experiencia que narraremos forma parte de un curso de Iniciación a la Didáctica de las Ciencias, perteneciente a un Plan de Estudios de una Institución de Educación: damos a conocer aquellos elementos que caracterizan la visión de Evaluación de los Aprendizajes Científicos en EPAFI, que permiten contribuir al fortalecimiento y desarrollo de las ciencias en las primeras edades. En este contexto se situaron Talleres de Reflexión Docente del cual emergen ejemplos de las siguientes actividades: cuestionarios, producciones estudiantiles, grupos focales, producciones estudiantiles entre otros, que dan cuenta de la visión de las Educadoras en su proceso formativo para la Evaluación de Conocimiento Científico en primeras edades.

Aprender a enseñar y evaluar en ciencias en las primeras edades

Recientemente investigaciones en psicología del desarrollo y cognitiva desafían las influencias piagetianas que establecían que los niños, hasta no tener consolidadas las operaciones formales, no estaban habilitados para aprender ciencias. Se ha comprobado que los niños y niñas tienen un potencial de desarrollo y aprendizaje sustancialmente mayor que en las etapas posteriores, debido a la gran cantidad de conexiones neuronales que pueden llegar a generar, durante los 6 primeros años de vida (Metz, 2004). En consecuencia, cuanto a más temprana y oportuna edad intervengamos, estaremos entregando más opciones para su desarrollo en los diferentes **ámbitos**, por lo cual las mediaciones de calidad en este período son vitales e impostergables y nos desafían a ofrecer experiencias en ciencias, que favorezcan el aprender sobre el mundo desde esta perspectiva (French, 2004).

Como una forma de avanzar en esta línea, existe acuerdo en las universidades formadoras de docentes en ciencias en que abordar la enseñanza de las ciencias por medio de la solución de problemas científicos facilita la formación de una cultura científica, motivantes ambientes de aprendizaje y propiciadores de una alta densidad metacognitiva por parte de los alumnos (Laberrere, A. 2002). Sin embargo, lo anterior implica reconocer cuáles son las racionalidades que tienen las y los educadores, según la comprensión que desarrolle el docente sobre la forma en la que se crea el conocimiento científico; ellas determinarán sus concepciones, acciones o miradas al momento de enseñar a sus alumnos.

En virtud de lo anterior, por ejemplo, se clasifica como visión "Dogmática Positivista" una mirada de la ciencia donde alcanzar la verdad es el objetivo final; el ideal es obtener un conocimiento absoluto de la realidad, posibilitando conocerla así en su totalidad. De esta forma, la enseñanza de la ciencia y su contenido está determinado y es formal como lo que es, respondiendo a una concepción de aprendizaje basado en la apropiación de significados y transmisión de conocimiento enciclopédico (Quintanilla, Orellana, Daza, 2012). Así el proceso de evaluación de conocimiento científico bajo este prisma, buscaría evidenciar qué tanto se acercan los conocimientos de los niños y niñas al contenido formal y su apropiación (p.e. SIMCE, PSU entre otras pruebas externas de validación de conocimientos).

Por el contrario, compartir una visión "Racionalista Moderado" sobre cómo se elabora el conocimiento en ciencias, apunta a concebir que su generación permite una explicación razonable de lo que rodea a la persona, y para ello se deben construir modelos teóricos y predictivos del mundo, de manera que la verdad racionalizada puede tener matices, a diferencia de la mirada anterior, que es absoluta (Porlán y Martín del Pozo, 2004). En esta línea han avanzado algunos proyectos internacionales. Al respecto podemos mencionar; Kemie im Context, Ciències 12-13, Kimeia, entre otros.

1. Valorar la educación científica en las primeras edades

La enseñanza de las Ciencias Naturales se sitúa como un factor relevante en la formación cultural de nuestros/as niños y niñas, porque los educandos son ciudadanos que poseen derechos, como los vinculados a aspectos científicos, que son propios de nuestra cultura y, en consecuencia, debemos mirarlos como ciudadanos que deben apropiarse de esos conocimientos para vivir de manera integral en nuestra sociedad.

La consolidación de concepciones e investigaciones que plantean que los primeros años de vida son fundamentales en el desarrollo afectivo, social, valórico y cognitivo para el crecimiento integral de niños/as, permiten posicionar en un lugar muy relevante y destacado la participación de la Educación Parvularia, en tanto su impacto positivo y significativo sobre el logro y desarrollo educacional posterior de los educandos, tal como lo explicitan Contreras, Herrera y Leyton (2007). De esta forma, las experiencias de aprendizaje que se favorecen con los párvulos en las escuelas, son muy significativas, tanto para promover el desarrollo y aprendizaje integral como su inserción social y cultural, junto con favorecer los

aprendizajes que se propiciarán en los demás niveles el sistema educativo escolar (MINEDUC, 2013).

La UNESCO (1999) en la Conferencia Mundial sobre la ciencia para el Siglo XXI, plantea que un país solo podrá dar respuesta a las necesidades básicas de su gente, cuando mire la educación en ciencia y tecnología con un carácter estratégico en su proceso educativo; como parte fundamental, se debe ofrecer a los estudiantes situaciones donde puedan aprender a resolver problemas específicos de su lugar de procedencia y aquellas necesidades que tiene la sociedad en su conjunto, utilizando como herramienta el conocimiento y las habilidades tecnológicas.

A los argumentos anteriores surge la siguiente pregunta, entonces*: ¿Por qué enseñar ciencias a educadoras de párvulos?* Las ciencias naturales forman parte de la cultura de la humanidad. Como cada forma cultural, tiene unas finalidades específicas. Por ejemplo, una de las preocupaciones de la química es comprender los cambios de los materiales del mundo natural e intervenir en los cambios que la actividad humana produce y, en función del conocimiento que inventa y construye, tomar decisiones sobre cómo actuar. Para conseguir estas finalidades busca identificar preguntas relevantes, generar conceptos, modelos y teorías para darles respuesta y encontrar pruebas que las confirmen o den lugar a nuevas preguntas (Sanmartí, 2009; Pujol, 2007).

Como todas las formas culturales, la ciencia genera unas emociones, unas prácticas, unas reglas de razonamiento, un lenguaje específico, y unas actitudes y valores (Lemke, 1993). Enseñar ciencias comportaría a maestras/os ayudar a los niños a apropiarse de esta cultura, a saber utilizarla y a generar deseo de hacerla evolucionar. Por lo tanto, en el aprendizaje de la química se interrelacionan muchos factores: los intereses, la observación y la experimentación, las estrategias de razonamiento, la manera de organizar las ideas, la manera de comunicarlas, los valores. Siguiendo a Sanmartí (2009), podemos identificar 3 factores fundamentales que condicionan este aprendizaje y que a menudo no se tienen demasiado en cuenta, pero que son de vital importancia:

a) Aprender a emocionarse de una determinada manera.
b) Aprender a mirar el mundo con unos nuevos ojos.
c) Aprender a imaginar, a representar aquello que imaginamos con diferentes lenguajes, y a evaluar.

a) *Aprender a emocionarse*

Contemplar una puesta de sol, un fuego artificial, que 'suba' un bizcocho, nos seduce. Es posible que a un pintor o a un poeta estas nuevas sensaciones le generen deseo de expresarlas a través de los lenguajes que los son propios, utilizando las técnicas que consideren más adecuadas por comunicarlas (Neruda, 2005). Un científico, en cambio, delante de las emociones que le genera el fenómeno, normalmente se empieza a plantear preguntas*: ¿Por qué el cielo tiene este color? ¿Por qué no siempre tiene el mismo? ¿Por qué en otoño acostumbran a producirse las puestas de Sol más bonitas? ¿Por qué la intensidad del color no es siempre igual? ¿Cómo transformar la madera en carbón?*, etc. Identificar buenas preguntas y plantearse problemas forma parte del "hacer química". Como dice cierto dicho: "Un problema bien planteado ya está medio resuelto". No se puede hacer entrar a los niños en la cultura científica sin enseñarles a hacerse preguntas y a distinguir cuáles son las interesantes. Las situaciones a observar no son sólo las relacionadas con fenómenos naturales, preciosos como lo es una puesta de sol, o las alas de una mariposa, o la formación del carbón en la carbonera. Fijémonos que todas estas preguntas son complejas y engloban muchas sub-preguntas. Para intentar dar una respuesta hace falta ir construyendo también ideas complejas, como la representación de los modelos y teorías químicas.

b) Aprender a mirar el mundo con ojos nuevos

Las explicaciones de la química también comportan aprender a mirar los fenómenos desde puntos de vista que desafían el pensamiento común. Por ejemplo, aquello que nos sorprende del mundo es su diversidad; ahora bien, para poder dar respuestas a las preguntas que generamos al observarlo, nos hace falta aprender a identificar las regularidades, aquello en lo que se asemejan o tienen en común fenómenos aparentemente bien diversos. Estamos tan acostumbrados a la diversidad que incluso no nos sorprende ni nos crea dificultades el hecho de que, a veces, vemos el mismo fenómeno de manera diferente. Las diferencias generan interrogantes y deseos de volver a mirar el fenómeno para comprobar la respuesta. Una ley es una generalización de unas regularidades, que nos posibilita hacer predicciones. A las primeras edades, la ley la enunciamos sólo con dibujos y con palabras. Más adelante podrán utilizar el lenguaje geométrico y fórmulas algebraicas. Una fórmula –aquello que a los alumnos de secundaria les cuesta tanto apreciar– es la expresión de una regularidad, una pauta que ordena.

c) *Aprender a imaginar, representar y evaluar*

Muy a menudo, no asociamos la imaginación al aprendizaje de la química. Más bien animamos los alumnos a no inventar y a decir las cosas tal y como las dice un libro, porque consideramos que allá están bien explicadas y que es mejor que no se abran caminos interpretativos y maneras de hablar diversos que pueden resultar erróneos. Pero los modelos de la química son el resultado de un gran esfuerzo imaginativo. Un esfuerzo que tiene unas reglas; la más importante es que aquello que imaginamos ha de estar de acuerdo con aquello que observamos como resultado de lo que hacemos. Por esto, en química, son tan importantes los experimentos. Para que haya consenso respecto a la coherencia entre imaginación y realidad, entre modelos y hechos. Y para que pueda ser compartida se ha de poder expresar a través de varios lenguajes: verbal, gráfico, matemático y también gestual.

2. Transformar la concepción de la evaluación

Se puede analizar la evaluación como medio para corroborar lo que han aprendido los alumnos/as o como una actividad del proceso de enseñanza- aprendizaje (Sanmartí, 2007). Transitar a esta última opción, en la que los educandos regulan cómo y qué están aprendiendo, es un proceso de autoevaluación, donde están conscientes de su proceso, detectando errores y regulando sus acciones, permitiendo espacios de autonomía e iniciativa personal.

La prueba PISA (2003, 2006), proyecto internacional que enfatiza la evaluación de competencias de las ciencias, presenta preguntas centradas en capacidades como identificar y seleccionar información desde una situación presentada (texto, gráfico, etc), junto con analizar, según el modelo científico, dónde se transfieren los conocimientos para generar interpretaciones o comprender situaciones nuevas, siendo estos contextos realistas; con esto se permite reflejar la complejidad de la vida cotidiana. Para estimular los elementos anteriores, es necesaria la coherencia entre las actividades de evaluación y los objetivos de aprendizaje. De esta manera, los contenidos de las etapas didácticas y las competencias científicas deben estar relacionados, para que desarrollen capacidades en los alumnos/as. Las actividades evaluativas deben ser variadas, algunas específicas y otras más integradas; es en estas últimas donde los alumnos/as aplican desde una situación contextualizada sus saberes (saber, hacer y ser), rompiendo así con la respuesta reproductiva de los conocimientos.

3. Desarrollo de Competencias de Pensamiento Científicas

La comprensión del concepto de competencias científicas implica lograr un vínculo con las ciencias, tanto de aquel que es científico como del que no lo es; en ambos casos, es necesario el desarrollo de estas competencias. Los profesionales científicos las utilizan para hacer ciencias, mientras que el resto de la ciudadanía las requiere para la comprensión del mundo que la rodea. Estas competencias no son antagonistas, al contrario tienen elementos comunes, son necesarias e importa de manera preferente su desarrollo en los niños/as Hernández (2005), para que el ciudadano pueda apropiarse, participar, reflexionar, comprender y transformar su espacio o sociedad.

Compartiendo experiencias

La experiencia que deseamos compartir, se centra en el marco de un curso de Iniciación a la Didáctica de las Ciencias que consta de 14 sesiones de 4 horas pedagógicas, de las cuales 6 sesiones son trabajadas en formato de Taller de Reflexión (TDR). Las Educadoras de Párvulos (n=25) participantes en la experiencia, son estudiantes de Tercer Año de la Carrera de Educación Parvularia de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso (PUCV), cuyas edades fluctúan entre los 20 y 23 años. El curso, se encuentra ubicado en el sexto semestre de la carrera y se rinde en paralelo con la práctica docente. Las educadoras de párvulos en formación, previamente han cursado asignaturas relacionadas con las teorías del aprendizaje y bases didácticas de la Educación Parvularia. El objetivo principal del curso es entregar a las educadoras en formación los fundamentos teóricos y didácticos para diseñar e implementar situaciones de aprendizaje para el Núcleo de Seres Vivos; para ello se abordan diferentes temáticas en tres unidades (Figura 1).



Figura 1. *Unidades temáticas del curso didáctica de iniciación a las ciencias naturales.*

Dentro de la implementación del curso se realizaron seis talleres de reflexión docente (TDR), los cuales abordaban los siguientes temas en cada unidad (Figura 2).



Figura 2. *Ubicación de los TDR en las Unidades del curso*

En cada uno de los TDR existe un tema a trabajar el cual es presentado como una situación problema, la cual debe ser resuelta por las estudiantes en formación; se favorece y potencia que las estudiantes vivan una experiencia significativa, para luego formalizar, en conjunto con la docente, los conceptos abordados en la sesión.



Figura 3. *Educadoras en formación participando en los TDR*

Se finaliza el taller invitando a las estudiantes a elaborar un escrito en donde realizan transferencia de lo aprendido, tanto en forma teórica como práctica.

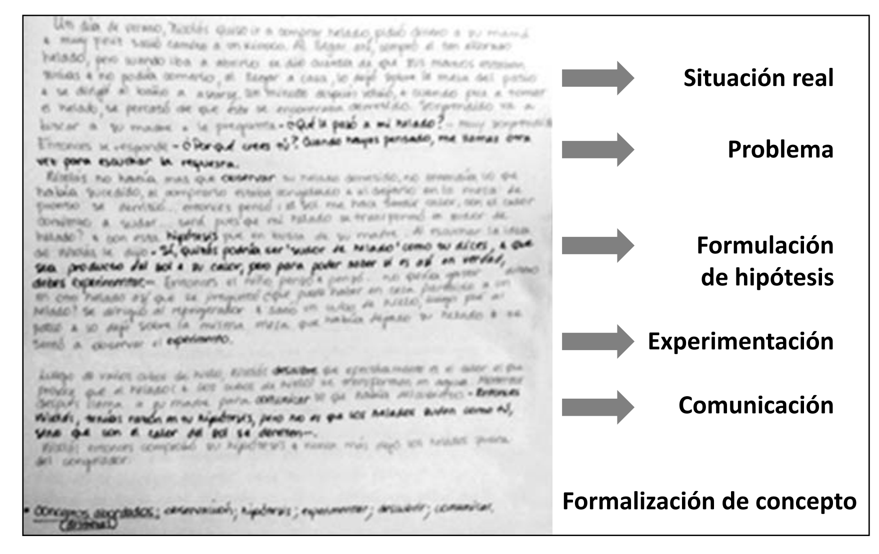


Figura 4. *Ejemplo de una producción de una Educadora de Párvulos participante en TDR.*

Finalmente los instrumentos y datos generados en el marco el curso se representan en la Tabla 1. Los recuadros en gris, representan los espacios que compartimos a continuación con el lector de este capítulo.

Tabla 1. Estructura del curso e instrumentos aplicados

Unidades de aprendizaje del Programa de Estudio	**Temáticas de los TDR**	**Instrumentos y datos generados**
Unidad 1. ¿Qué es ciencia?	T1. Naturaleza de la Ciencia	1. Cuestionario de entrada sobre visiones EA de las ciencias
		2. Producciones estudiantiles sobre NoS
Unidad 2. ¿Cómo se aprende ciencias?	T2. Rol del docente de ciencias y diseño de Experiencias de Aprendizaje para párvulos	3. Grupo Focal de Entrada
		4. Producciones estudiantiles sobre aprendizaje de las ciencias
	T3. Concepciones sobre Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias	5. Producciones estudiantiles sobre enseñanza de las ciencias
	T4. Competencias de Pensamiento Científico en Educación de Párvulos	6. Producciones estudiantiles sobre competencias en ciencias
Unidad 3. ¿Cómo se enseña ciencias?	T5. Resolución de problemas científicos	7. Producciones estudiantiles sobre resolución de problemas
	T6. Evaluación de Aprendizajes Científicos	8. Cuestionario de salida sobre visiones EA de las ciencias
		9. Producciones estudiantiles sobre evaluación.
		10. Grupo Focal de salida

A partir de la implementación de los TDR, se levantó la siguiente información con los siguientes instrumentos descritos a continuación:

1. ***Cuestionario sobre visiones EA de las ciencias*** (Quintanilla *et al*., 2006): La caracterización de los participantes en el estudio consideró la inclusión de un instrumento sobre ideas acerca de la educación científica, estructurado en 70 enunciados (E) distribuidos en 7 dimensiones metateóricas, formuladas como afirmaciones, en formato tipo Likert (Cea, M. 2001). De estas dimensiones el foco se centró en "La Evaluación de Aprendizajes Científicos", en dos momentos, al inicio y al final del proceso.

2. ***Producciones estudiantiles***. Al finalizar cada TRD las estudiantes en forma individual elaboran un escrito. Sobre la temática Evaluación de Aprendizajes

Científicos, expresan su visión en dos dimensiones: la evaluación en ciencias y la implementación de la evaluación en Educación Parvularia. Las producciones son transcritas y codificadas con Software Atlas-ti (versión 6.2); se realiza un análisis del discurso mediante una codificación abierta, posteriormente una codificación axial, para finalizar con la elaboración de familias de códigos, mediante la codificación selectiva (Strauss y Corbin, 2002).

3. ***Grupo Focal***. Su finalidad es indagar y caracterizar las nociones sobre evaluación en ciencias, en un grupo de 4 Educadoras de Párvulos en formación, al inicio y al final de su participación en Talleres de Reflexión Docente (TRD). Las preguntas del grupo focal fueron elaboradas por el equipo de investigación. Cada *focus group* tiene una duración de 60 minutos, los cuales son transcritos y sistematizados en Software Atlas-ti (versión 6.2), y se realiza un análisis del discurso.

Ideas clave que se extraen del proceso

A continuación se destacan algunas ideas clave del proceso realizado, centrado en los instrumentos:

a) Sobre el cuestionario: El cuestionario consta de siete dimensiones. Sin embargo, las ideas que deseamos compartir las centraremos en la dimensión del instrumento sobre el cual hemos gravitado nuestra conversación: la evaluación. Así, el cuestionario consta de 10 preguntas presentadas aleatoriamente que representan las dos visiones de ciencias, explicitadas en las primeras páginas de este capítulo. Los resultados iniciales nos indican que las participantes comparten las sentencias que se corresponden, tanto con una visión dogmática positivista como racionalista moderado (E: Racionalista moderado $x=1,70$; $\sigma=0,20$. Dogmático Positivista $x= 1,88$ $\sigma=0,15$). Sin embargo, en la sentencia D4P6:

> *[…] "Los organizadores gráficos, tales como los mapas conceptuales y las bases de orientación, son algunos de los instrumentos para evaluar aprendizajes científicos, se observa un alto grado de desacuerdo" ($x = 2,46$; $\sigma=1,06$).*

Esto se podría condecir con los modelos de evaluación que las Educadoras en Formación, traen desde el sistema escolar y que se mantienen a nivel de la formación universitaria, en referencia a la evaluación a través de instrumentos

diferenciados específicos para el aprendizaje de las ciencias. Resultados de otras investigaciones muestran que, así como los alumnos llegan a clase con ideas personales respecto a los fenómenos, los profesores también desarrollan sus propias concepciones frente a la enseñanza, la evaluación y el aprendizaje de los diferentes contenidos específicos (Porlán y Martín del Pozo, 2004).

Pero, en la formación de las Educadoras estas visiones raramente son consideradas y, en consecuencia, no se les prepara para asumir puntos de vista críticos frente al saber, y mucho menos frente a su actuación docente, lo cual sería posible si durante los cursos de formación inicial y continua hubiese espacio para la reflexión, la interacción social y la regulación de aprendizajes de manera permanente, favoreciendo la comunicación de la ciencia en un espacio en que el lenguaje y el pensamiento teórico tienen una importancia relevante.

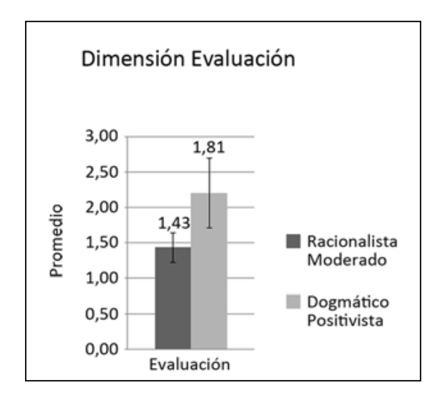


Figura 5. *Resultados del cuestionario dimensión evaluación, antes del curso*

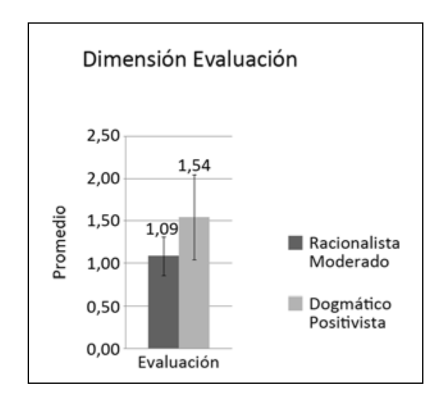


Figura 6. *Resultados del cuestionario dimensión evaluación, después del curso*

Aunque, después de haber realizado el curso y aplicar nuevamente el cuestionario se observa una tendencia a la baja en la predominancia de la visión DP (figura 6) como resultado del cuestionario, también se observa un aumento en la dispersión de los datos según su desviación estándar, y un aumento en la densidad del grado, de acuerdo a las sentencias asociadas a la visión RM (Totalmente de Acuerdo = 1).

Sobre las producciones estudiantiles sobre evaluación: Las EPAFI, en los TRD, expresan su visión de evaluación, la que se presenta en el figura 7.

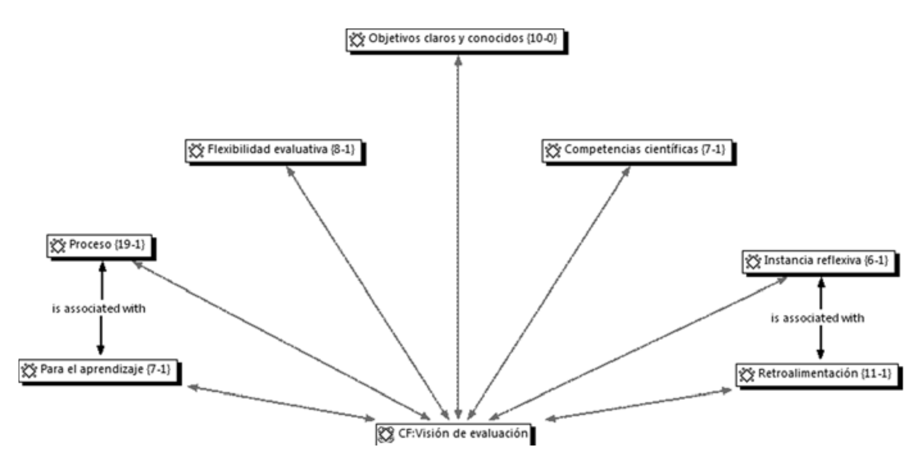


Figura 7. *Visión de evaluación de las educadoras de párvulos en formación*.

Principalmente ellas consideran la evaluación como un proceso constante el cual está directamente relacionado con el aprendizaje de los párvulos:

> *[…] "Entiendo la evaluación en ciencias como la posibilidad de comprender los aprendizajes generados en el niño desde la perspectiva de éstos, pues considero que en Educación Parvularia la evaluación se construye con los niños, por tanto es necesario buscar una estrategia que la haga evidente"[…] (GS,2).*

Como educadoras, ellas deben ser los suficientemente flexibles para poder llevar a cabo los procesos evaluativos, los cuales deben estar sustentados en objetivos claros y conocidos para los párvulos:

> *[…]"La evaluación en ciencias naturales debe caracterizarse por no ser estructurada y cerrada, es decir, se debe dar el espacio para que el párvulo demuestre de manera libre su aprendizaje, sin que piense en la calificación"[…] (SR, 2).*
>
> *[…]"Así mismo, es esencial que cada vez que se implemente una experiencia, se den razones a las parvularias acerca de lo que realicemos y por qué se está haciendo, logrando así transparentar el proceso de enseñanza y aprendizaje como también el proceso evaluativo"[…] (EB, 2).*

La evaluación en ciencias debería estar enfocada en obtener evidencia de las competencias alcanzadas por los párvulos durante el proceso formativo:

> *[…] "En ciencias es de suma importancia tener en consideración que para llevar a cabo la evaluación, la indagación de aprendizajes conceptuales y la*

competencia científica, con el fin de lograr una coherencia entre el proceso de enseñanza y aprendizaje y la evaluación"[…] (FV,2).

Finalmente, consideran que la evaluación es una instancia reflexiva contante para ellas:

[…]"más que como un instrumento para calificar, debe ser interiorizado como una instancia para la reflexión durante el desarrollo de las acciones y después de realizarlas, a modo también de análisis, encontrando fortalezas, debilidades y aspectos a mejorar, una reflexión que se puede –y es ideal de hacer– llevar a cabo de forma individual y grupal, entre educador y educandos"[…] (MG,2).

Y también la consideran una forma de retroalimentar su trabajo, así como para los párvulos:

[…]"Luego de realizar la evaluación, ésta debe ser analizada para tomar decisiones pedagógicas en pos del aprendizaje y desarrollo de los párvulos[…](FV,4).

[…]"De forma que ellos evalúen su proceso y que sus compañeros lo hagan también, para al final poder realizar una retroalimentación que contribuya a los aprendizajes de los párvulos y se tome en cuenta su proceso metacognitivo"[…](GM,3).

En el ámbito de la implementación de la evaluación en ciencias, las estudiantes en formación hacen referencia a una serie de elementos a considerar, los cuales se presentan en la figura 8:

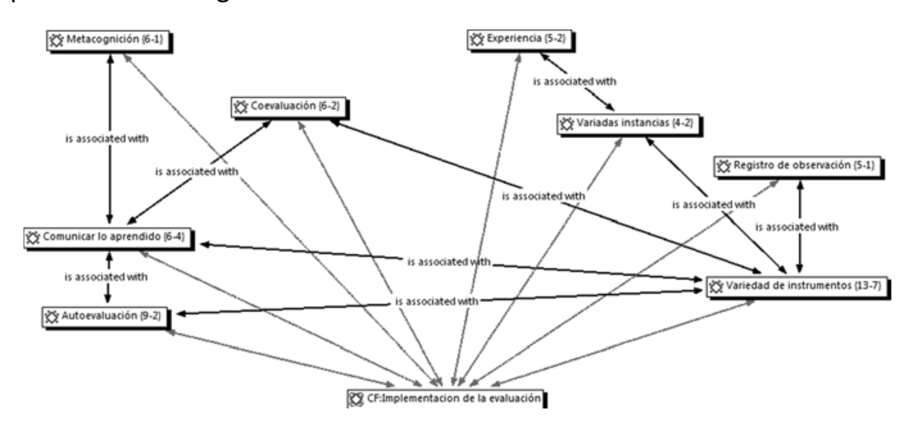


Figura 8. *Visión de la implementación de la evaluación en ciencias en Educadoras de Párvulos en formación.*

Las educadoras consideran que para poder implementar la evaluación en ciencias se requiere una variedad de instrumentos evaluativos, los cuales pueden ser aplicados por ellas, como el registro de observación; también ven necesario otorgar variadas instancias en donde los párvulos puedan expresar sus aprendizajes, pero siempre considerando una experiencia práctica en la que el párvulo pueda desempeñarse:

> *[…]"Es importante mencionar que se deben presentar distintas posibilidades para evaluar, y en educación parvularia con mayor razón. Los párvulos deben poder evidenciar sus aprendizajes de acuerdo a sus particularidades, y como educadoras es necesario proporcionar las instancias, los medios y las oportunidades para que esto sea posible. Además, la evaluación debe ser sistemática, sostenida en el tiempo, puesto que el aprendizaje se construye en el tiempo" […] (AH,5).*

Dentro de los instrumentos evaluativos que deberían ser utilizados por los párvulos, destacan los procesos de co-evaluación y autoevaluación:

> *[…]"Implica distintas estrategias y es necesario que sea multidimensional, es decir, que existan instancias de co-evaluación, heteroevaluación y autoevaluación"[…] (AH,2).*

Ambos muy ligados a la comunicación oral:

> *[…]"En ciencias naturales debiera existir una autoevaluación y una co-evaluación, en donde los alumnos tengan una instancia de compartir sus aprendizajes con sus pares, para aclarar términos que no quedaran claros durante la clase" […] (CS,2),* lo cual facilitará el proceso metacognitivo del párvulo *[…]"La evaluación debe ser además coherente entre lo enseñado y lo evaluado, favoreciendo también los espacios de metacognición en los estudiantes" […](KS,2).*

Sobre el grupo focal: Los resultados del grupo focal inicial muestran la noción de evaluación en ciencias que poseen las estudiantes al iniciar el proceso formativo, las cuales se presentan en el figura 9:

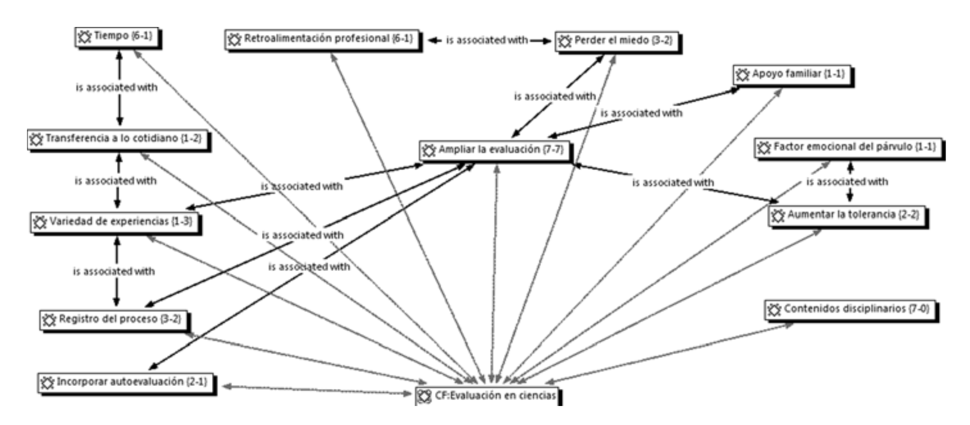


Figura 9. *Visión de evaluación en ciencias en el grupo focal inicial.*

Las estudiantes manifiestan que en educación parvularia la evaluación está concentrada principalmente en los contenidos disciplinarios de ciencias:

> *[…]"En la práctica yo he visto que las educadoras tendemos, entre comillas, a evaluar contenidos conceptuales en vez de este proceso que lleva hacia ese contenido. Por ejemplo se trabaja con los cambios de estados de la materia. Se trabaja con los niños, y lo que les terminan preguntando es cuáles eran los estados por los que pasaba el agua, para ver si los memorizó o si saben cuáles eran, y nadie evaluó si el niño participó en la experimentación, si el niño revisó los materiales, cómo el niño… cual fue su actitud, si estaba curioso con los comentarios, si hizo preguntas, si comentó cosas […] (KS,138).*

Por lo que plantean que la evaluación se debe ampliar en educación:

> *[…] "Y en esa misma mirada y respecto de la evaluación de las ciencias creo es igual ofrecer más oportunidades a los niños en diferentes instancias y ser capaces de establecer evaluaciones de tipo más bien, como más abiertas, descriptivas, que en realidad puedan hacer notar la diferencia, y los niños son todos distintos" […] (KS,191).*

Prestando principal atención a los instrumentos evaluativos que se utilizan actualmente en el sistema:

> *[…]"Entonces yo creo que igual es súper importante que si uno realmente quiere aportar a que los niños aprendan, es importante que no sean listas de cotejo por así decirlo. Tienen que ser registros abiertos, porque así uno también le está dando una oportunidad al niño a que de verdad aprenda.*

Porque o si no estamos hablando de casi la actividad que uno hizo y si la hizo bien o mal, porque al final yo estoy evaluando lo que yo quiero ver y no le estoy dando la libertad a él y que se manifieste cómo está aprendiendo"[…] (JV,168)

De esta forma proponen incorporar la autoevaluación por parte de los párvulos, realizar un registro abierto del desempeño del párvulo, otorgar una variedad de experiencias para que los párvulos puedan demostrar lo aprendido de manera de poder transferirlo a la vida cotidiana, pero para lograr ampliar la evaluación en los diferentes niveles requieren tiempo.

Para poder lograr ampliar la evaluación en educación parvularia, ellas declaran que deben lograr perder el miedo:

[…]"Claro, lo otro que también tanto como perder el miedo al aprendizaje, tanto como de parte de educadoras y también hacer sentir a los niños que el aprendizaje no necesariamente tiene que ser como algo aburrido o algo malo, o algo específico"[…] (188, JV).

Y así lograr ver los procesos evaluativos como una retroalimentación profesional, desde las prácticas que están desarrollando, sus procesos evaluativos y toma de decisiones:

[…]"Yo creo que es parte del proceso, porque no tan solo nos sirve para evaluar qué aprendieron los niños y qué hicieron y qué dejaron de hacer, porque igual nos sirve para evaluarnos nosotras mismas y que son experiencias que llamen la atención de los niños y que a lo mejor están adquiriendo, a lo mejor en alguna parte el conocimiento, entonces tiene que ser parte del proceso, porque tanto para saber cómo están los niños y cómo lo estamos haciendo nosotras y ver cómo mejorarlo, en qué fallamos […](FG,148).

Plantean que al ampliar la evaluación necesariamente requieren apoyo de la familia, en la comprensión de los nuevos procesos, considerar el estado emocional del párvulo en el momento de la evaluación, lo que en un futuro permitirá a los párvulos ser más tolerantes durante procesos evaluativos.

En el grupo focal final las educadoras en formación amplían sus nociones de evaluación en ciencias las cuales se presentan en la figura 10.

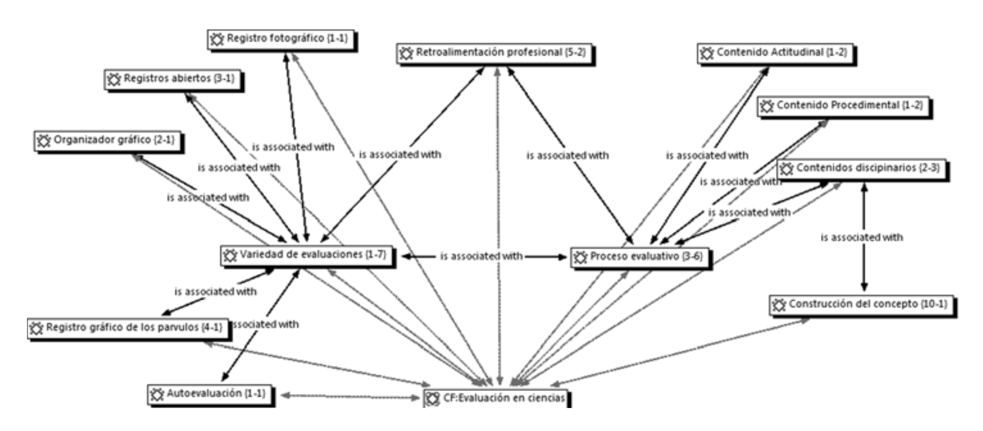


Figura 10. *Visión de evaluación en ciencias en el grupo focal final*

Las estudiantes manifiestan que la evaluación en ciencias es un proceso:

> *[…]"No es un estímulo y una respuesta sino algo procesual que estamos viviendo a medida que se están viendo los resultados que los niños van dando en diferentes etapas, en diferentes períodos, tiempos" […] (JV, 81*).

El cual debe estar centrado en los contenidos actitudinales, procedimentales y disciplinarios, pero estos últimos deben ser construidos por los párvulos durante el proceso de enseñanza:

> *[…] "Y ahí nosotras mismas hacemos una metacognición para poder alcanzar que el párvulo pueda lograr la metacognición; pero primero nosotras, para entender bien realmente lo que es el concepto y elaborar una forma de cómo hacer una actividad que el mismo párvulo después incorpore ese concepto y lo entienda y lo aplique" […] (YS,64).*

Para poder evaluar todos estos aprendizajes se debe contar con una variedad de evaluaciones y así obtener información sobre los avances de los párvulos; dentro de ellos destacan los registros fotográficos de los desempeños, registros abiertos y organizadores gráficos:

> *[…] "Si existe registro de cada temática, y con eso una persona puede ver si concuerda con las respuestas de los aprendizajes que más les llamaron la atención"[…] (KS, 96).*

Así también otorgan valor a los registros elaborados por los párvulos y que dan real cuenta de los aprendizajes alcanzados:

[…]"Antes de la práctica cuando me regalaron el libro de puros dibujos de las niñas y muchas niñas tenían arriba como puros planetas así como una guirnalda de planetas o cosas que les habíamos enseñado durante el semestre, entonces obviamente esa estrategia del dibujo, yo creo que para ellas es súper grato plasmar los aprendizajes en dibujo porque es lo que les gusta, porque les llama la atención y nosotras al preguntarle ¿y esto? Entonces ellas van a sentir que nosotros valoramos la experiencia de aprendizaje y le ponemos atención a sus dibujos" […] (KS, 101).

Por último destacan la utilización de la autoevaluación, la que debe ser incorporada en las prácticas pedagógicas.

Las estudiantes declaran que al comprender la evaluación como un proceso constante y la utilización de variadas evaluaciones les permite a ellas retroalimentar su práctica pedagógica, a partir de las evidencias obtenidas:

[…] "Sí, pero también ven en lo que nosotros hay… Pero como que nos faltó quizás potenciar, porque muchas van a dibujar lo mismo pero otro no va a dibujar tal concepto, entonces así sería bueno reforzar ese concepto en dos semanas"[…] (KS, 107).

Implicaciones para la práctica docente e investigativa

El aporte de la información obtenida de los diferentes instrumentos permite tener mayores antecedentes sobre la visión de Evaluación de Aprendizaje Científico que tienen las EPAFI, que transita desde una perspectiva Dogmática Positivista hacia una Racionalista Moderada y que se visualiza en las producciones y respuestas que se recogen en el *focus* grupal.

A modo de proyecciones para una futura intervención en el curso con las EPAFI, se sugiere:

a) Incluir diferentes actividades que les permita contrastar permanentemente de forma explícita, a través de narrativas, sus ideas, visiones e ideales a este nivel educativo, y
b) diseñar instrumentos propios de evaluación para ser aplicados en el sector.

Finalmente, consideramos que las experiencias aquí narradas pueden orientar procesos de formación inicial o continua, como también servir de base para futuros trabajos en torno a la dimensión de evaluación de conocimientos y habilidades en ciencias en las primeras edades.

Referencias bibliográficas

Contreras, D., Herrera, R. & Leyton, G. (2007). Impacto de la educación preescolar sobre el logro educacional. Evidencia para Chile. Departamento de Economía, Universidad de Chile; Santiago, Chile. Pág 4.

French, L. (2004). Sciencie as the center of a coherent, integrated early childhood curriculum. Early Chidlhood Research Quarterly, 19, 138-149.

Hernández, C. (2005). ¿Qué son las competencias científicas?. Memorias Foro Nacional de Competencias Científicas Ministerio de Educación Nacional, Bogotá, Colombia.

Labarrere, A. & Quintanilla, M. (2002). Análisis de los planos del desarrollo de estudiantes de ciencia. Efecto en el aprendizaje. RPE, Facultad de Educación, PUC .Revista Pensamiento Educativo, vol. 30, pp. 121-138.

Lemke, J. (1993). Talking science: lenguaje, learning and values, Norwood: Albex Publishing Corporation (Trad. cast. Aprender a hablar ciencias, Barcelona: Paidós, 1993).

Metz, K. (2004). Children's understanding of scientific inquiry: Their conceptualization of uncertainty in investigations of their own design. Cognition and Instruction, 22, 219–290.

Mineduc. (2011). Cuadernillos para le Reflexión Pedagógica: Seres vivos y su entorno. Santiago: Ministerio de Educación. Gobierno de Chile.

Neruda, P. (2005). Oda al átomo; Oda a la energía; Oda al laboratorista; Oda a los números; Oda al mar; Oda al vino. En: Odas elementales. Fundación Neruda, Pehuén: Santiago .

Porlán, R. & Martín del Pozo, R. (2004). The conceptions of in-service and prospective primary school teacher about the teaching and learning of science. Journal of Research in Science Teaching, 2004, 15 (1), 39-62.

Quintanilla, M., Orellana, M. & Daza, S. (2011). La ciencia en las primeras edades como promotora de competencias de pensamiento científico. En Quintanilla y Daza (eds.) Enseñanza de las Ciencias Naturales en las primeras edades:su contribución a la promación de competnecias de pensamiento científico (59-82). Barracabermeja: Litogital.

Quintanilla, M., Labarrere, A., Santos, M., Cadiz, J., Cuellar, L., Saffer, G. & Camacho, J. (2006). Elaboración, validación y aplicación preliminar de un cuestionario sobre ideas de la imagen de ciencia y educación científica de profesores en servicio. Boletín de Investigación Educacional, 21(2), 103-132.

Quintanilla, M. (2012). Investigar y evaluar competencias de pensamiento científico (CPC) en el aula de secundaria. Alambique, 70, 66-74.

Strauss, A. & Corbin, J. (2002). Bases de la investigación cualitativa. Técnicas y Procedimientos para desarrollar la teoría fundamentada. Medellin: Universidad de Antioquia.

Unesco - ICSU. (1999). Declaración sobre la Ciencia y el uso del saber científico. Conferencia Mundial sobre la Ciencia para el Siglo XXI: Un nuevo compromiso. Budapest.

Capítulo 9

Experiencias didácticas a partir de la implementación de proyectos de enseñanza científica en la Educación Parvularia

Felipe Marín
fmarin@ucm.cl
Lorena Garrido
lgarridog@ucm.c
David Cisterna
dacisternas@ucm.cl
Cristián Aguilar
aguico45@gmail.com
Universidad Católica del Maule - Facultad de Ciencias de la Educación

Contenido

- Resumen
- Introducción
- La enseñanza de las ciencias en la Educación Parvularia
- Descripción e implementación de la experiencia
    a. Procesos de planificación
    b. Implementación y seguimiento
    c. Avances de la iniciativa y presentación a la comunidad
- Evidencias fotográficas de la experiencia
- Discusión
- Conclusiones y proyecciones
- Comentarios finales
- Referencias bibliográficas
- Agradecimientos

Resumen

Las orientaciones que aportan en la actualidad las investigaciones educativas, específicamente sobre la enseñanza de las Ciencias Naturales en las primeras edades, nos conducen a innovar, especialmente, en lo que respecta a la didáctica que subyace en las acciones educativas; sean éstas tanto formales como no formales. La importancia del desarrollo de habilidades de pensamiento científico en estas etapas formativas, se observa tanto en las actuales investigaciones, como en las orientaciones ministeriales descritas en las vigentes Bases Curriculares para la Educación Parvularia en Chile. Esto ha despertado la preocupación por establecer programas de formación que contribuyan al cambio de las concepciones de las educadoras de párvulos, tanto en su formación inicial como continua. El presente capítulo describe y analiza la importancia de la innovación intra y extra muros, que se puede desarrollar a través del diseño, ejecución y puesta en valor de proyectos de educación científica en las primeras edades. Estas experiencias didácticas nos muestran un trabajo que se caracterizó por considerar cada año hitos como: Primera etapa, de diagnóstico y capacitación dirigida a las educadoras de párvulos; una segunda etapa referida al diseño del proyecto considerando las características de contexto institucional-territorial y retroalimentación técnica de cada iniciativa; una tercera etapa de implementación de los proyectos, que se caracterizó por la puesta en ejecución, seguimiento y comunicación de productos a la comunidad; y una cuarta etapa, referida principalmente a evaluación final y proyección del trabajo para el año siguiente. Los resultados nos muestran que las actividades desarrolladas permitieron potenciar, en niños y niñas, habilidades científicas básicas a partir del juego, la observación y la experimentación, favorecieron una alta valoración de los educandos por el medio natural, y en términos de la valoración de las profesionales sobresalen los aprendizajes de nuevas metodologías de enseñanza y la importancia de la interacción, la participación y la colaboración a partir del trabajo en red.

Introducción

"...al fin y al cabo, algo tuvo que surgir en algún momento de donde no había nada de nada...".
(Jostein Gaarder, 1991).

"Sofía Amundsen volvía a casa después del instituto. La primera parte del camino la había hecho en compañía de Jorunn. Habían hablado de robots. Jorunn opinaba que el cerebro humano era como un sofisticado ordenador. Sofía no estaba muy segura de estar de acuerdo. Un ser humano tenía que ser algo más que una máquina".
(Gaarder, 1991. p.6).

Precisamente, como el autor Jostein Gaarder relata mágicamente en su novela *"El mundo de Sofía"*, un ser humano tenía que ser algo más que una máquina; al fin y al cabo, algo tuvo que surgir en algunos momentos de donde no había nada de nada. Siendo tal vez posible suponer que existen máquinas inspiradas en seres vivos e incluso en lo que conocemos del funcionamiento del cerebro humano, y no lo contrario. El ser humano es más que una máquina maravillosa a la cual se le pueden codificar determinadas funciones.

Desde estas líneas podemos inferir una premisa, tal vez ingenua si no se profundiza. Nuestros niños y niñas, poseen un gran cerebro lleno de potencial y, a diferencia de las máquinas, son seres humanos que observan, imitan y experimentan, que sienten, crean y recrean, disfrutan de sus descubrimientos y aprendizajes. Por tanto, necesitan de entornos didácticos lúdicos que permitan su desarrollo íntegro, con recursos multisensoriales en sus hogares y en los espacios urbanos, pero por sobre todo en las instituciones educativas, que es donde las políticas públicas se transforman en acciones que apuntan a alcanzar ese tan anhelado propósito que nos hizo soñar como nación desde mediados de los noventa, cuando la apuesta fue alcanzar la "*calidad y equidad en la educación chilena*". Entendida esta última en tres niveles tal como lo plantea Bellei (2004):

> "*Que todos los estudiantes alcancen el nivel considerado básico; que los resultados escolares no estén sistemáticamente asociados a las condiciones de origen de los estudiantes; y que las desigualdades de resultados finales entre quienes acumulan más y menos capital educativo no sean extremadamente amplias*" (p.5).

Esto se transformó en debates y esfuerzos en la primera parte de la implementación de la reforma educacional post-dictadura. Y posteriormente, surge la discusión y urgencia sobre la calidad, alcanzando su punto más alto

durante la manifestación social denominada *"Revolución Pingüina"* del 2006, donde si bien se aborda la cuestión sobre equidad y la urgencia de una nueva reforma, el énfasis estuvo en discutir sobre ¿cómo lograr un sistema con mayor calidad educativa?, llegando a constituirse un Consejo Asesor Presidencial para la Calidad de la Educación instalado el 7 de junio de 2006 por la Presidenta de la República, Sra. Michelle Bachellet Jeria. Al Consejo le fue solicitado orientar mejoras sobre la calidad de la educación que se ofrece en escuelas y liceos del país a todos los niños, niñas y jóvenes, sin importar su origen social, económico y cultural. Siendo la calidad entendida como educación vinculada al desarrollo humano, que indica que se requiere formar personas conscientes de sus derechos y responsabilidades, capaces de razonar, discurrir, convivir y optar por valores que promuevan el desarrollo de su entorno familiar, del país y del mundo. (Consejo Asesor Presidencial, 2006). Mientras algunas investigaciones, en un marco más sensato, ponen en tela de juicio el uso del concepto de calidad, más aún el de calidad educativa. Según Valdebenito (2011), el concepto utilizado en el contexto de la educación chilena:

> *"Aparenta ser objetiva, convencionalizada en cuanto a su validación, en ella se esconden conceptos altamente subjetivos que más que representar una garantía dentro del contexto educativo, produce una distancia cada vez mayor en cuanto a las posibilidades de la educación equitativa e igualitaria que hoy se predica."* (p.6).

En este espacio de discusión sobre políticas educativas en el país, el programa EXPLORA de CONICYT se levanta como una unidad de servicio, en materia de valoración y divulgación de las ciencias y tecnologías, que ofrece instancias de financiamiento para que universidades, centros de investigación e instituciones sin fines de lucro reconocidas por el estado, puedan presentar propuestas de innovación al servicio de la comunidad. Como por ejemplo, la que será descrita en este capítulo. Presentándose como una propuesta de valoración ejecutada más bien en la línea de abordar desde un plano equitativo la enseñanza de las ciencias experimentales y en un nivel que necesita con urgencia ser atendido a través de las políticas públicas como lo es la educación infantil.

En ese contexto, para promover el desarrollo integral de los niños y niñas, así como los procesos de enseñanza y aprendizaje de las Ciencias Naturales y habilidades en las primeras edades, en Chile existe un núcleo de profesionales preparados para asumir este desafío y lo logran a través de diversas instituciones educativas. Estos/as profesionales se denominan Educadores de Párvulos, quienes tienen la responsabilidad de la formación de niños y niñas entre los cero

y seis años, considerando las orientaciones que aportan las bases curriculares y los actuales didactas de las ciencias. A su vez, deben comprender que la actividad educativa no es algo natural, aunque muchas veces parezca tener los perfiles de lo naturalizado, ya que considera las características socioemocionales y cognitivas de los niños y niñas, así como sus conocimientos previos, contextos familiares y culturales, entre otros, por lo que como profesionales de la educación deben tomar decisiones pedagógicas que conlleven a una formación integral, ya que "no es a las normas, ni a la administración educativa, ni a la pedagogía a quienes podemos responsabilizar de aquello que hacemos en nuestras aulas" (Daza y Quintanilla, 2011. p.6). Por tanto, este imperativo nos invita a diseñar e implementar procesos educativos donde además de ser conocedores del curriculum formal y de las orientaciones pedagógicas que aporta el Ministerio de Educación, seamos capaces de innovar, replantear nuestras formas de enseñanza, promoviendo en los niños y niñas su disposición y capacidad para descubrir y comprender la realidad, de manera directa, concreta, partiendo de sus preconceptos, para sean capaces de establecer relaciones, identificar procesos e interdependencias, desarrollando actitudes indagatorias, capacidad de asombro, curiosidad y de este modo, aprender por medio de una exploración activa.

La enseñanza de las ciencias en la Educación Parvularia

Dada la visión egocéntrica que tienen los niños y niñas en la etapa de educación parvularia, no se aconseja mantener una enseñanza formal referida a los contenidos científicos. Por el contrario, en estas primeras edades, se sugiere potenciar su curiosidad y despertar cierta empatía hacia todo lo que les rodea. Se trata, en definitiva, de enriquecer sus experiencias de conocimiento con actitudes y habilidades que le permitan progresivamente ir generando una mejor comprensión y actuación sobre el medio natural (Marín, 2005). Por tanto, toda experiencia didáctica, debiera dar prioridad a las habilidades de pensamiento científico de los niños y niñas por sobre los contenidos.

> *"Los psicólogos del desarrollo se han interesado en el pensamiento científico porque es un área fructífera para el estudio de la formación conceptual y el cambio, el desarrollo del razonamiento y la resolución de problemas, y la trayectoria de las habilidades necesarias para coordinar un conjunto complejo de las capacidades cognitivas y metacognitivas"* (Zimmerman, 2017. p.172).

En este sentido, el desarrollo del pensamiento científico en educación parvularia, ha despertado el interés en aquellos que diseñan las políticas públicas, el

curriculum, investigadores, formadores de formadores y sin duda en las educadoras de párvulos. Al respecto Meinardi y Sztrajman (2015) indican que:

"Los aprendizajes pueden mejorarse cuando las innovaciones tienen en cuenta no sólo las características de dichas propuestas sino también el diseño pedagógico, el contexto en el que el aprendizaje tiene lugar, las características de los estudiantes, sus experiencias previas y la familiaridad con los procesos y tecnologías involucradas." (p.14).

Si bien en Chile, se comparten orientaciones desde el sistema educativo, contenidas en las Bases Curriculares, que aportan sugerencias metodológicas para cada nivel y área del conocimiento, los contextos donde se desarrolla la educación parvularia son muy diversos en cuanto a institucionalidad, territorialidad y otros factores relevantes de índole social, cultural y económica. Así, la implementación del currículo de ciencias en la educación infantil, varía en cada realidad en la que se hace complejo ofrecer recursos pedagógicos únicos. Sin embargo, en nuestra experiencia de trabajo con Educadoras de Párvulos de la Región de O'Higgins, pudimos percatarnos que la fascinación por enseñar, la motivación constante por un perfeccionamiento continuo, la actitud de sobreponerse ante las dificultades, el deseo de innovar y el trabajo en red son factores decisivos en la vida de un profesional de la educación y marcará la diferencia respecto de los entornos didácticos de enseñanza científica que podrá crear. Al respecto Daza y Quintanilla (2011) nos invitan a ser conscientes de que:

> *"Ante nuestros niños y niñas y en el futuro en su memoria, seremos solo nosotros, los docentes de carne y hueso, quienes hacemos y deshacemos el currículo; lo que ellos aprenden u olvidan; lo que ellos valoran o desprecian; lo que ellos disfrutan o sufren dentro del aula; somos nosotros los verdaderos y únicos intermediarios entre la ciencia y lo que nuestros niños pueden aprender de ella; por eso, tenemos que aprender a decidir; incluso, también enseñarles a decidir* (p. 6).

Concatenando las ideas hasta aquí esbozadas, se hace evidente que mejorar los aprendizajes científicos de los niños y niñas es una necesidad inaplazable si consideramos que el propósito fundamental es democratizar el acceso a esta área del conocimiento; permitiendo a su vez, mejorar su calidad de vida y su acción como ciudadanos (Macedo, Katzkowicz y Quintanilla, 2006.; Meinardi, Sztrajman, 2015.; p. 14).

En efecto, el presente capítulo, da cuenta de un trabajo desarrollado con Educadoras de Párvulos, quienes fueron invitadas a través del Proyecto Asociativo Regional (PAR) EXPLORA O'Higgins[1] para formar parte de una iniciativa de innovación pedagógica; innovación que introdujo importantes orientaciones didácticas a través del diseño e implementación de proyectos científicos, especialmente formulados para el trabajo educativo con niños y niñas de este nivel. La propuesta permitirá diseñar secuencias didácticas que puedan conectar los saberes previos de los niños y las niñas con aquellos que se desea intencionar y/o potenciar; en nuestro caso, proyectos vinculados a la enseñanza de las Ciencias Naturales.

Descripción e implementación de la experiencia

La experiencia se desarrolló en la Región de O'Higgins y estuvo a cargo de académicos del departamento FIE. Los organismos vinculantes fueron: UCM, PAR EXPLORA regional, y dos instituciones educativas del nivel de educación parvularia: Junta Nacional de Jardines Infantiles (JUNJI) y Fundación Integra (FI) de 10 comunas, con una cobertura territorial del 33% de la región.

Se contó con la participación de 28 Jardines Infantiles de las instituciones de JUNJI y FI, capacitando a un promedio de 50 personas de dichas instituciones, entre los que se encuentran Educadoras de Párvulos y técnicos. Con dichos profesionales se desarrollaron cerca de 18 instancias de capacitación, en los formatos de talleres, seminarios y trabajo en aula-terreno. Atendiendo a una muestra de 710 niñas y 640 niños en rango de edad entre 1 y 4 años, en el período 2014-2016.

La metodología de intervención pedagógica utilizada, buscó la implementación de proyectos de enseñanza de las Ciencias Naturales contemplando cuatro etapas:

1) Diagnóstica-formativa, dirigida a las profesionales de la educación infantil,
2) Diseño de proyectos de enseñanza de las Ciencias Naturales.
3) Implementación de los proyectos, seguimiento y comunicación de las actividades y aprendizajes de los niños y niñas a la comunidad.
4) Evaluación final y proyección hacia el año siguiente.

La descripción del proceso se expone a continuación:

1 Proyecto Asociativo Regional (PAR) EXPLORA O'Higgins, código ER14/0004 , adjudicado el 2014 por la Universidad Católica del Maule (UCM), dirigido por el académico Felipe Marín Isamit, del Departamento de Formación Inicial Escolar (FIE) de la Facultad de Ciencias de la Educación.

a. Procesos de planificación

Como iniciativa del PAR EXPLORA O'Higgins, desde su equipo de valoración liderado por académicos del departamento de FIE se inició un trabajo en la línea de educación parvularia, con el objetivo de lograr la valoración y difusión de las Ciencias Naturales junto al desarrollo de habilidades en niños y niñas hasta los seis años, por lo que se consideraron las dos instituciones educativas con mayor cobertura nacional en el nivel antes mencionado.

Las etapas, como se señaló anteriormente, consideraron caracterizar a los niños y niñas, las Educadoras de Párvulos, personal técnico, los contextos de aprendizaje de cada uno de los jardines y cursos incorporados a la iniciativa.

Posteriormente, a través de las capacitaciones, el propósito fue incentivar a las educadoras a descubrir las riquezas y significados que tiene incorporar con mayor énfasis la enseñanza de las Ciencias Naturales en las primeras edades.

La experiencia se desarrolló a partir de una metodología lúdica, que permitiera incorporar el trabajo en equipo entre los niños y niñas, educadoras y equipos técnicos; favoreciendo la inclusión de profesionales de diferentes disciplinas, así como a la familia y la comunidad circundante, de modo de hacerlo pertinente a su localidad, realidad social, política y económica. Del mismo modo, a través de las capacitaciones se pretendió brindar una orientación teórica**,** que incluyera la incorporación de nuevos conceptos, procedimientos y actitudes frente a la ciencia, además de la erradicación de "*mitos y temores*" para la ejecución de las iniciativas científicas.

En estos talleres, se preparó a las educadoras en el diseño de proyectos científicos, utilizando un formato base (diseñado por el equipo). Este modelo incorporaba, entre otros elementos, (además de la identificación del responsable, los participantes y de la institución que lo desarrollaba) una justificación de la iniciativa, un objetivo general, objetivos específicos, selección de habilidades científicas a potenciar, así como selección de aprendizajes esperados, seleccionados de las Bases Curriculares de Educación Parvularia (BCEP) y cronograma de trabajo, entre otros.

b. Implementación y seguimiento

Diseñados ya los proyectos científicos por los equipos de cada Jardín Infantil, se inició la etapa de implementación y seguimiento.

En esta etapa, el equipo continuó con los talleres y/o capacitaciones a las educadoras, acorde a las necesidades e intereses detectados en los agentes participantes, además de iniciar el proceso de visita a los Jardines Infantiles.

Otra estrategia de seguimiento y/o apoyo a los proyectos y a las educadoras fue la constante comunicación telefónica y a través de correos electrónicos entre el equipo de docentes del Departamento FIE y los profesionales de los Jardines Infantiles, lo que favoreció el soporte inmediato frente a problemáticas existentes en la implementación de los proyectos, disminuyendo considerablemente las probabilidades de deserción.

Con respecto a la duración de esta etapa, dependía de la envergadura de cada proyecto, ya que la implementación y evaluación preliminar de alguno de ellos era de corta duración, como por ejemplo la ejecución de talleres en el aula, campañas medioambientales, entre otros. Incluyendo a aquellos que requerían de germinación, descomposición de productos o la intervención de otros agentes, la etapa duraba entre tres a cuatro meses.

Es necesario señalar, en este contexto, que la variable tiempo, estaba considerada desde un inicio dentro de los diseños de proyectos al contar cada uno de ellos con un cronograma de trabajo que fijaba las etapas clave del proceso, así como la fecha en la cual debían mostrar su trabajo a la comunidad.

c. Avances de la iniciativa y presentación a la comunidad

Con respecto a la trayectoria que tuvo la iniciativa desarrollada con las Educadoras de Párvulos y otros agentes educativos entre los años 2014 y 2016, acorde a lo expuesto en Tabla N°1, se puede señalar que en el año 2014, se logró la participación de cinco Jardines Infantiles de Fundación Integra en la "*Feria Provincial de Ciencias*", junto con la red de profesores de ciencia de Colchagua, en el Liceo industrial de San Fernando.

En la etapa de evaluación de ese año, se consideró que, si bien la iniciativa de presentar el trabajo desarrollado por los Jardines Infantiles en la Feria Provincial,

era un logro importante, se consideraba poco adecuado para relevar y dar a conocer a la comunidad, los variados conocimientos y habilidades que habían adquirido los niños y niñas a través de la ejecución de proyectos científicos, por lo que se decidió instalar a partir del 2015, una feria científica exclusiva en la ciudad de San Fernando, la cual ya va en su segunda versión.

En el año 2015, se logró la presentación de siete Jardines Infantiles en la "*I Feria Científica de Educación Parvularia*", la que tenía, dentro de sus las líneas de acción, temáticas como: horticultura, manejo de residuos de diversos tipos y elaboración de productos, como sacos sensitivos, entre otros.

Es así como a partir de ese año se logró contar con una instancia abierta a la comunidad que difundiera y valorara el trabajo que se desarrolla en ciencias con los niños y niñas, dejando de lado el estereotipo de ser una actividad y/o conocimiento que principalmente se desarrolla desde la Educación Básica.

Es necesario señalar, que como parte de las mejoras instaladas dentro del programa, el año 2015, a la luz de las jornadas de evaluación desarrolladas, –como se señaló anteriormente– se inició el proceso de "*seguimiento*" a los proyectos, a través de visitas a los Jardines Infantiles participantes. Estas instancias eran valoradas por las educadoras y agentes educativos, ya que se logra una retroalimentación del proceso de manera personalizada. Las visitas eran agendadas con anticipación, de modo que las educadoras se pudiesen preparar para dicho efecto y que no fuese una situación que las tomara de sorpresa, ya que el objetivo del equipo de valoración no era "*supervisar*", sino más bien acompañar y colaborar en sus procesos formativos. Es clave, en ese sentido, mantener una confianza entre los participantes, ya que esto facilita la resolución de problemas y/o dudas desarrolladas durante el proceso.

Finalmente, el equipo de docentes del Departamento FIE, encargados de trabajar con las educadoras, continuó su labor durante el 2016 integrando en las capacitaciones, de manera formal, a las Educadoras de Párvulos de la JUNJI; y con la intención de continuar mejorando su labor educativa, junto con la valoración y difusión de la ciencia, se continuaron desarrollando acciones como capacitaciones, seguimientos, asesorías y la generación de documentos, como la "*Guía para la elaboración de propuestas de investigación*".

A continuación, en la Tabla N° 1, se presentan detalles que tuvo la iniciativa entre los años 2014 y 2016.

Tabla 1. *Cronograma de acciones*

Actividades desarrolladas por el equipo	Año de implementación		
	2014	2015	2016
Diálogo con Directores Regionales de la JUNJI y Fundación Integra, Región de O'Higgins, para iniciar el trabajo y coordinar acciones y procedimientos a seguir.	X		
Reuniones de organización con equipos técnicos de JUNJI y/o Fundación Integra (F.I.), para definir propuestas y fechas de acciones correspondientes a los talleres y Feria Científica Escolar de Educación Parvularia de la Región de O'Higgins.		X	X
Ejecución de "Seminarios de Educación Científica", abiertos a toda la comunidad escolar.	X	X	X
Capacitaciones a Educadores de Jardines Infantiles de Fundación Integra.		X	X
Capacitaciones a Educadores de Jardines Infantiles de Junta Nacional de Jardines Infantiles (JUNJI).			X
Revisión de los proyectos diseñados por los/as educadores/as por el equipo de valoración.	X	X	X
Muestra del trabajo en "Feria Provincial de Ciencias", junto con la red de profesores de ciencias de Colchagua.	X		
Visitas del equipo a Jardines Infantiles participantes en la iniciativa, por parte del equipo de valoración, académicos David Cisternas, Lorena Garrido y Felipe Marín.		X	X
Diseño de "Guía para la Elaboración de Propuestas de Proyectos científicos en Educación Parvularia".			X
Implementación de "Ferias Científicas de Educación Parvularia".		X	X

Fuente: Elaboración propia.

Por su parte, cabe señalar, que las Ferias Científicas de Educación Parvularia, fueron una exitosa estrategia para la divulgación y valoración del trabajo ejecutado en el área de las Ciencias Naturales con los niños y niñas. Como se muestra en la tabla N° 2, desde el año 2014 al 2016 se desarrollaron distintos proyectos científicos en

la Región de O'Higgins, enfocados en diversas líneas de conocimiento. Algunos de los Jardines participantes desarrollaron proyectos científicos de continuidad, lo que significa que durante los tres años de ejecución del programa, fueron anualmente añadiendo algunas variables y/o mejoras a sus proyectos; entre ellos se encuentran los Jardines Infantiles de Fundación Integra: "*Estrellita*", ubicado en la localidad de La Estrella, Provincia de Cardenal Caro y "*Frutillita*" de la comuna de Quinta de Tilcoco, Provincia de Cachapoal.

A continuación se señalan los Jardines Infantiles y colegios participantes en ferias científicas en la línea de educación parvularia, junto con los nombres de los proyectos implementados.

Tabla 2. *Nómina de Jardines Infantiles participantes entre los años 2014 - 2016, en ferias científicas de educación parvularia en la Región de O'Higgins*

Período	Jardín y Sala Cuna	Proyectos Científicos
2014	Frutillita (F.I)	"Niños y Niñas Hierberos"
	Los Artesanitos (F.I)	"Artesanitos de la Tierra"
	Los Corcelitos (F.I)	"Pequeños por la Ñuke Mapu"
	Miraflores (F.I)	"Miraflores Descubre"
	Valle Ositos (F.I)	"Sembrando Vida en Familia"
2015	La Estrellita (F.I)	"Buscando Respuestas para Construir Ciencias"
	Diego Portales (F.I)	"Huerto Multisensorial"
	Los Corcelitos (F.I)	"Producto de Nuestra Ñuke Mapu"
	Miraflores (F.I)	"Descubriendo la Ciencia a través de la Curiosidad"
	Valle Osito (F.I)	Huerta Orgánica y Herbario: "Sembrando Vida en Familia"
	Mi Gran Tesoro (F.I)	"Reciclar para Crear"
	Frutillita (F.I)	"Súper Héroes del Medio Ambiente"
	Colegio Inmaculada Concepción San Fernando	"Semillas Mágicas"
	Fundación Educacional Liceo San José de Requinoa	"Jugando a ser Científicos"

2016	Heidi (JUNJI)	"Aromaterapia en mi Jardín Infantil"
	La Estrellita (F.I))	"Buscando Respuestas para Construir Ciencias" (continuidad)
	Miraflores (F. I)	"Descubriendo la Ciencia a través de la Curiosidad" (continuidad)
	Manitos Traviesas (F. I)	"Pedaleando Hacemos Ciencia"
	Mi Gran Tesoro (F. I)	"Reciclar para Crear" (continuidad)
	Diego Portales (F. I)	"Huerto Multisensorial" (continuidad)
	Frutillita (F. I)	"Súper Héroes del Medio Ambiente" (continuidad)
	Jardín Sobre Ruedas (F. I)	"Descubriendo las Ciencias a través del Cultivo"
	Capullito (JUNJI)	"Pequeños Científicos" "Invernadero en mi Jardín"
	Villa Galilea (F. I)	"Mis Primeras Raíces para el Cuidado de la Naturaleza y mi Salud"
	Rayito de Sol (JUNJI)	"Huerta Sensorial Nómade"
	Mundo Nuevo (F. I)	"Agua Con Hierbas"
	Campanita (JUNJI)	"Protegernos del Sol es Divertido" "Mi Volcán" "¿Están vivas las plantas?" "Descubriendo la magia del agua" "Descubriendo Nuevos Aromas" "Qué Bueno es Vivir Debajo de la Tierra"

Fuente: Elaboración propia

Evidencias fotográficas de la experiencia



Foto 1. *Premiación Feria Científica*



Foto 2. *Estand Colegio Inmaculada Concepción*



Foto 3. *Estand Jardín Infantil “Estrellita”*



Foto 4. *Estand Jardín Infantil "Frutillita"*

Finalizado el proceso, vino la etapa de evaluación, donde educadoras, agentes educativos y el equipo se reunía anualmente para hacer un análisis y reflexión de la experiencia, desarrollando un proceso de retroalimentación.

A continuación se presenta una síntesis evaluativa de las percepciones declaradas por las educadoras y representantes directivas de las instituciones JUNJI y FI, en la reunión evaluativa de diciembre del 2016, frente a la iniciativa implementada:

Tabla 3. *Síntesis evaluativa de la experiencia*

PREGUNTAS	ASPECTOS A RESALTAR
¿Qué las motivó a ser parte de la iniciativa de Educación Científica en Educación Parvularia impulsada por PAR Explora O'Higgins?	- Brindarles a nuestros niños y niñas aprendizajes significativos. - Avanzar en el núcleo curricular "Seres Vivos y su Entorno", que históricamente se veía descendido. - Poder acercarse a la exploración y cuidado de la naturaleza. - Aprender sobre Ciencias Naturales. - Adquirir conocimientos para enseñárselos a niños y niñas. - Potenciar el pensamiento científico en niños y niñas. - La interacción y participación del trabajo en la red. - Difundir en las familias lo que sus niños y niñas realizan en otras instancias de aprendizaje. - Aprendizaje constructivista. - Trabajar a partir de experiencias concretas. - Recibir apoyo y herramientas para generar experiencias educativas innovadoras. - Desarrollar y potenciar habilidades básicas a partir del juego, la observación y experimentación.

¿Qué aspectos metodológicos y/o didácticos pudo conocer a través de la iniciativa del PAR Explora en Educación Parvularia y qué pudo aplicar en su proyecto?	- Trabajo por medio de proyectos: diseño, formación de redes e implementación. - Ferias científicas escolares: usar esta plataforma y formato de comunicación por stand, para dar a conocer las iniciativas de proyectos y principalmente el avance de los niños y niñas en materias científicas - Método científico para la realización de las experiencias de aprendizaje: conocer estrategias para diseñar ensayos de control de variables como recursos didácticos, e implementar laboratorios escolares dentro y fuera del aula. - Metodología de indagación: conocer esta secuencia lógica de construcción de conocimiento en diversos ambientes de aprendizaje: aula, patio, plaza, espacios naturales y urbanos, biblioteca, entre otros. - Seminarios de análisis, debate y discusión: instancias de intercambio de experiencias educativas y fortalecimiento de la formación de redes de apoyo entre educadoras.
¿Cuáles fueron los principales logros alcanzados con niños y niñas, familia y comunidad a través del proyecto que desarrolló en su Jardín?	- Una alta valoración por la naturaleza. - Formar alianzas con redes intersectoriales. - Desarrollo de habilidades comunicativas en los niños y niñas, al relatar éstos sus experiencias a las familias y personas de la comunidad. - Involucrar a la familia en las experiencias de aprendizaje de sus hijos e hijas. - Que la comunidad nos visualiza como un establecimiento promotor del cuidado de la naturaleza. - Niños y niñas pudieron comparar, abstraerse, realizar análisis, cuestionamientos e hipotetizar. - Lograr conciencia sustentable y cuidado del medio ambiente, en niños, niñas y sus familias. - Producción de sus propias hortalizas. - Incorporar gente de la comunidad a los procesos de enseñanza y aprendizaje de niños y niñas. - Avanzar en el núcleo de Seres Vivos y su Entorno. - Aprender a comunicar las experiencias a la comunidad, el desarrollo de habilidades comunicativas.

Fuente: Elaboración propia

Discusión

En las Bases Curriculares de la Educación Parvularia (2001), en al ámbito de la relación con el medio natural y cultural, se señala: "La relación que el niño establece con el medio natural y cultural, que se caracteriza por ser activa, permanente y de recíproca influencia, constituye una fuente permanente de aprendizaje" (p. 70); esto se ve favorecido al analizar las percepciones de las Educadoras de Párvulos, quienes destacan logros con sus estudiantes, como haber desarrollado alianzas con redes intersectoriales, compromiso de familias en las experiencias de aprendizaje de sus hijos e hijas y una imagen positiva en cuanto establecimiento promotor del cuidado de la naturaleza.

Por otra parte la experiencia tuvo una alta valoración de los niños y niñas por la naturaleza y el deseo de cuidarla y protegerla. En este sentido, (García, 1995) releva que una efectiva enseñanza y aprendizaje del medio debe hacer tomar conciencia a los alumnos y alumnas de las reales consecuencias que ello implica en sus vidas. Es importante que los educandos entiendan la dinámica natural, el microcosmos: su hogar, su barrio, su colegio, las zonas tradicionales del pueblo o la ciudad. También los espacios de frecuencia irregular, el mesocosmos: la montaña, el bosque, el río, el mar, la playa, el lago, el pequeño riachuelo, las carreteras o vías alternativas que transitan con sus amigos o familiares. Todos ellos, elementos prioritarios de conocimiento para comenzar a actuar y proteger.

Pudimos percatarnos que la fascinación por enseñar y la motivación constante por un perfeccionamiento continuo de las educadoras fue clave en este proceso colaborativo. Al respecto las Bases Curriculares de la Educación Parvularia (2001) indican que:

> *"...resulta fundamental el rol que desempeña la educadora de p*árvulos en sus diferentes funciones: formadora y modelo de referencia para *las niñas y niños, junto con la familia; diseñadora, implementadora y evaluadora de los currículos, dentro de lo cual su papel de seleccionadora de los procesos de enseñanza y de mediadora de los aprendizajes es crucial.*" (p. 14).

A opinión de las educadoras, uno de los aspectos de mayor valoración de la iniciativa, está situado en el desarrollo de habilidades en los niños y niñas, más que favorecer el aprendizaje de contenidos específicos de las ciencias; tal y como señala Marín (2005), la prioridad está situada en estimular actitudes positivas hacia el medio natural antes que la adquisición de conceptos.

La experiencia se fundamentó a partir de una metodología del juego, que permitió a los niños y niñas aprender desde la manipulación y el disfrute por el hacer. Al respecto, el principio pedagógico puesto en valor en las Bases Curriculares de la Educación Parvularia (2001), es el carácter lúdico que deben tener principalmente las situaciones de aprendizaje, ya que el juego tiene un sentido fundamental en la vida de la niña y del niño.

Conclusiones y proyecciones

La experiencia nos releva a entender que el objetivo de la enseñanza de las Ciencias Naturales, en estas primeras edades formativas, estriba en potenciar la curiosidad, el despertar la empatía y el disfrute por aprender de los niños y niñas hacia todo aquello que les rodea.

Todo acto didáctico, respecto de lo que significa aprender y enseñar Ciencias Naturales en la primera infancia, debiera ante todo considerar los conocimientos de los niños y las niñas por sobre el aprendizaje de los contenidos científicos formales.

Las actividades desarrolladas permitieron potenciar habilidades científicas básicas a partir del juego, la observación y la experimentación, favoreciendo, muchas de ellas, una alta valoración de los niños y niñas por el medio natural.

El trabajo pedagógico favoreció el desarrollo de habilidades y competencias comunicativas en los educandos al relatar éstos sus experiencias a las familias, personas de la comunidad de diferentes edades, en recintos públicos –como el gimnasio del Liceo XXX de San Fernando– y en espacios como las plazas de armas de las comunas de San Vicente de Tagua Tagua y San Fernando.

Otro aspecto destacable, respecto de los aprendizajes desarrollados, fue la importancia de la interacción y la participación a partir del trabajo en redes colaborativas multisectoriales, la interacción entre Educadoras de establecimientos urbanos y rurales, junto a académicos de formación inicial escolar y científicos locales de diferentes disciplinas.

Un aspecto altamente valorado por cada uno de los actores participantes dice relación con la incorporación de gente de la comunidad a los procesos de enseñanza y aprendizaje de niños y niñas, desdibujando, de esta manera, las fronteras de la enseñanza tradicional que por lo general se la circunscribe a un solo gran actor, el docente.

Se considera de gran relevancia desarrollar procesos evaluativos permanentes, lo que posibilita mejorar la comunicación entre las personas, y de la misma forma implementar mejoras dentro de los programas, considerando la opinión de todos los agentes involucrados a objeto de retroalimentar constantemente los procesos. Siendo clave el compromiso profesional demostrado por las educadoras y agentes educativos en cada una de las diferentes etapas que conllevó el trabajo educativo a partir de la metodología de proyectos.

Comentarios finales

Es significativo educar a niños y niñas en temáticas vinculadas a las ciencias; el entendimiento de la dinámica de los lugares en donde viven y cohabitan con otros es trascendental para empezar a actuar. Pensamos que los nuevos planeamientos curriculares, la solidez en la formación del profesorado, desde sus niveles iniciales, y las últimas investigaciones de la mano de la psicología, la pedagogía y la didáctica son elementos básicos para el logro de estos objetivos.

El dinámico y desafiante proceso de enseñar y aprender demanda generar hoy en día otros conocimientos, otras metodologías y otras actitudes; más tarde, estos pilares favorecerán nuevas competencias ciudadanas necesarias para convivir en un medio en constante cambio.

Todo proyecto escolar, o toda idea de transformación curricular, debe ir de la mano de una renovación transversal del sistema educativo en su totalidad. Contar en educación con un conjunto de herramientas pedagógicas que puedan ayudar a los maestros en su labor diaria de enseñar a través de una didáctica transformante, es primordial.

Finalmente, la sociedad chilena y la global están cambiando con ritmos y sentidos inesperados; la degradación de los ecosistemas naturales y el calentamiento global son solo algunos de los grandes desafíos que enfrenta la humanidad y que actualmente nos obligan, como educadores, a desarrollar una conciencia ambiental en los niños y niñas, las familias y toda la comunidad, resurgiendo la necesidad de una revalorización de nuestro medio. A visión de las educadoras, este fue uno de los grandes aportes que tuvo la implementación de la iniciativa, ya que el trabajo desarrollado permitió responder en forma dinámica a estos nuevos escenarios y preparar a las nuevas generaciones para una participación activa y socialmente responsable.

"...En el colegio aprendían que Dios había creado el mundo, y ahora Sofía intentó aceptar esa solución al problema como la mejor. Pero volvió a pensar en lo mismo. Podía aceptar que Dios había creado el universo, pero y el propio Dios, ¿qué? ¿Se creó él a sí mismo partiendo de la nada? De nuevo había algo dentro de ella que se revelaba. Aunque Dios seguramente pudo haber creado esto y aquello, no habría sabido crearse a sí mismo sin tener antes un «sí mismo» con lo que crear. En ese caso, sólo quedaba una posibilidad:

Dios había existido siempre. ¡Pero si ella ya había rechazado esa posibilidad! Todo lo que existe tiene que haber tenido un principio.

¡Caray!

Vuelve a abrir los dos sobres.

«¿Quién eres?»

«¿De dónde viene el mundo?»

¡Qué preguntas tan maliciosas! ¿Y de dónde venían las dos cartas? Eso era casi igual de misterioso

¿Quién había arrancado a Sofía de lo cotidiano para de repente ponerla ante los grandes enigmas del universo?"

(Gaarder, 1991. p.11).

Los educadores debemos decidir y enseñar a decidir, como enfáticamente señalan grandes maestros como Silvio Daza y Mario Quintanilla (2011). Quienes hemos experimentado esta vivencia y redactamos este capítulo, hemos decidido admirar la naturaleza y enseñar a descubrir sus maravillas, haciendo todos los intentos por encantar, desde la formación inicial y continua, a profesionales de la educación. El mundo de Sofía estará presente por siempre en cada uno de nuestros estudiantes.

Referencias bibliográficas

Bellei, C. (2004). Equidad Educativa en Chile: Un debate abierto. Serie de reflexiones: Infancia y Adolescencia. UNICEF. Santiago, Chile.

Consejo Asesor Presidencial para la Calidad de la Educación (2006). Informe final del Consejo Asesor Presidencial para la Calidad de la Educación. Santiago, Chile.

Daza, S. & Quintanilla, M. (2011). La Enseñanza de las Ciencias Naturales en las Primeras Edades. Su contribución a la promoción de Competencias de Pensamiento Científico. Volumen 5. Impresión Litodigital. Barrancabermeja, Colombia.

Gaarder, J. (1991). El mundo de Sofía. Berkley Books. Oslo, Noruega.

García, E. (1995). Epistemología de la complejidad y enseñanza de la ecología. El concepto de ecosistema en la educación secundaria. Tesis doctoral. Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad de Sevilla.

Gómez, A. & Quintanilla, M. (2015). La Enseñanza de las Ciencias Naturales Basada en Proyectos. 1ª Ed. Santiago de Chile. Ediciones Bellaterra Ltda.

Marín, N. (2005). La enseñanza de las ciencias en educación infantil. Grupo editorial universitario. Almería: España.

Meinardi, E. (2010). Educar en Ciencias. Paidós. 1ª Ed. Buenos Aires, Argentina.

Meinardi, E. & Sztrajman, J. (2015). De la pedagogía por proyectos a la estrategia de proyectos: continuidad y cambio. En: A. Gómez Galindo & M. Quintanilla Gatica, ed., La enseñanza de las ciencias naturales basada en proyectos, 1ª ed. Santiago de Chile: Editorial Bellaterra Ltda., pp. 13-32.

Ministerio de Educación. (2001). Bases Curriculares para la Educación Parvularia. Unidad de Currículum y Evaluación. ISBN 956-7933-76-6. Santiago, Chile.

Valdebenito, L. (2011). La calidad de la educación en Chile: ¿un problema de concepto y praxis? Revisión del concepto calidad a partir de dos instancias de movilización estudiantil (2006 Y 2011). CISMA, Revista del Centro Telúrico de Investigaciones Teóricas. Nº 1. 2º semestre. 1-25.

Zimmerman, C. (2007). The development of scientific thinking skills in elementary and middle school. Developmental Review, 27(2), 172-223.

Agradecimientos

Nuestros más sinceros agradecimientos al Dr. Mario Quintanilla Gatica, por darnos la oportunidad de participar en esta bella obra.

Este capítulo no sería posible sin contar, como investigadores noveles, con los apoyos institucionales recibidos a través de nuestra Facultad de Ciencias de la Educación y Departamento de Formación Inicial Escolar. Junto con el soporte humano, técnico y financiero que recibimos del Proyecto Asociativo Regional

EXPLORA O'Higgins ER14/00004 adjudicado el 2014 por nuestra Universidad Católica del Maule-Chile.

Un especial agradecimiento a las educadoras, agentes educativos, equipos técnicos y directivos de Fundación Integra y JUNJI, quienes confiaron en nosotros para implementar esta iniciativa y llevar la ciencia a niños y niñas de la Región de O´Higgins.

Capítulo 10

La enseñanza y el aprendizaje de la Física en las primeras edades

Sabrina Canedo
sabrina.canedo@cinvestav.mx
Alma Adrianna Gómez
agomez@cinvestav.mx
Unidad Monterrey - Cinvestav, México

Contenido

- Resumen
- Introducción
- Justificación teórica
  1. *Razones por las que los niños pueden y deben aprender ciencias*
  2. *Algunos enfoques en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias en la educación infantil*
  3. *El papel de la interacción y el trabajo colaborativo en la negociación de los significados*
  4. *El desarrollo de los procedimientos y las actitudes de la ciencia y hacia la ciencia*
  5. *Los modelos científicos estructurantes*
- El modelo científico estructurante (MCE) de flotación como modelo de enseñanza
- La construcción del MCE de flotación basado en la densidad por parte de los niños
- Implicaciones para la práctica docente y la formación de nuevos investigadores/as
- Proyecciones y conclusiones
- Referencias bibliográficas

Resumen

A menudo se ha considerado que el aprendizaje de las ciencias “duras” o experimentales en la educación infantil no es factible, debido a la etapa cognitiva en la que se encuentran los niños y niñas. Sin embargo, desde otro punto de vista, consideramos que a esta edad los niños y niñas pequeños pueden construir explicaciones científicas escolares que les permitan ir progresando en la construcción de modelos cada vez más complejos e ir desarrollando competencias científicas. El enfoque que usamos es de modelos científicos estructurantes (MCE), los cuales hemos definido a partir del modelo científico y las ideas iniciales que tienen los niños respecto del modelo a tratar.

En este capítulo presentamos la justificación de la importancia de la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias en edades tempranas, los enfoques a utilizar en el proceso y el caso de la modelización del fenómeno de flotación y hundimiento de los cuerpos basado en la densidad, con niños y niñas de 5-6 años, a partir de la implementación de una secuencia didáctica diseñada para el caso. Los resultados indican que gran parte de ellos construyen el MCE de flotación y que los recursos semióticos y los materiales utilizados como mediadores, promovieron la progresión en las ideas. En una interacción dialógica entre la docente y los educandos, se identifican conversaciones conceptuales, procedimentales y afectivo-motivacionales que promueven la construcción de la explicación del fenómeno a partir de la observación, descripción, predicción, formulación de hipótesis, experimentación y valoración de resultados.

Introducción

En las últimas décadas, la investigación en educación científica ha proporcionado un gran número de aportaciones en el ámbito de la enseñanza y el aprendizaje. Sin embargo, éstas hacen referencia, sobre todo, a niños mayores y sólo un grupo reducido se refiere a niños de educación infantil (3-6 años) (Gómez Galindo *et al.*, 2013). En varias de estas investigaciones se ha señalado la importancia del aprendizaje de las ciencias como vehículo de desarrollo de habilidades cognitivas, es decir, de una forma particular de pensamiento en la que la exploración y el discurso juegan un papel fundamental. De la misma forma, se ha abordado el aprendizaje de las ciencias en educación básica con el propósito de educar para la vida y la ciudadanía.

En la educación infantil el estudio de la ciencia difiere, tanto en forma como en estructura, de la educación primaria y secundaria y, a pesar de las propuestas de cambio en la didáctica de las ciencias en esta etapa desde las instancias oficiales, las actividades de ciencias aún suelen estar fragmentadas y se confunden con conceptos lógico-matemáticos y problemas de la vida social; la estructura de un concepto o fenómeno natural no está claramente definida y el objeto de la actividad y su función en circunstancias concretas, no se exploran ni se articulan. La ciencia, como un cuerpo coherente de conocimiento y un proceso sistemático de indagación y comunicación, raramente se presenta en la etapa de educación infantil.

Las investigaciones en ciencia cognitiva, educación científica y desarrollo psicológico han mostrado que tanto los niños como los adultos construyen una comprensión intuitiva del mundo sobre la base de sus experiencias diarias. Existe un acuerdo general que este conocimiento intuitivo provee explicaciones de los fenómenos naturales y es, con frecuencia, diferente de las explicaciones científicas, siendo resistente al cambio. Los niños y niñas construyen sus ideas para explicar los fenómenos del mundo natural en sus primeros años de vida y, a menos que haya una intervención en su aprendizaje, estas ideas pueden desarrollarse como "no científicas" y obstruir el aprendizaje en etapas posteriores de instrucción (Harlen, 2000).

El aprendizaje de la ciencia se entiende como un producto de interacciones sociales que tienen lugar alrededor de conceptos clave y en el que el medio ambiente educativo puede ayudar a los niños a la construcción de representaciones que no tienen, o a transformar estas en otras más compatibles con los modelos científicos. Los niños necesitan también oportunidades para construir nuevas explicaciones, desarrollar modelos, pensar acerca de analogías y conducir experimentos (Carey, 2000).

En este sentido, la educación científica debería centrarse en promover la construcción de modelos científicos escolares cada vez más complejos, comprendiendo que las ideas de los niños progresan y se enriquecen y la investigación debería indagar qué produce estos cambios. Por otra parte, el aprendizaje de las ciencias es un derecho de los niños (Fumagali, 1997) para acceder a la cultura científica, lo que, a su vez, les permitirá la toma de decisiones sustentadas y críticas en la resolución de problemas personales y sociales que tendrán que enfrentar en etapas posteriores.

Justificación teórica

En el siguiente apartado exponemos las ideas que orientan esta propuesta en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias en educación infantil.

1. *Razones por las que los niños y niñas pueden y deben aprender ciencias*

La perspectiva socio constructivista de la enseñanza y el aprendizaje muestra que los niños y niñas pequeños son capaces de comprender conceptos científicos y de construir explicaciones científicas. Eshach y Fried (2005) han expuesto ampliamente seis razones por las cuales los niños pequeños pueden y deben acercarse a la ciencia:

- *Los niños disfrutan de manera natural observando y pensando acerca de la naturaleza.* Los niños, los introduzcamos o no a la ciencia, hacen ciencia (Sanmartí, 2000), nacen con una motivación intrínseca para explorar el mundo y darán sus primeros pasos hacia la ciencia con ayuda o sin ella. De este modo, es necesario intervenir y proveer ambientes de aprendizaje que promuevan su desarrollo de una forma fructífera.
- *Acercar a los niños a la ciencia desarrolla actitudes positivas hacia la misma.* Las actitudes se van desarrollando en los primeros años de vida de los niños y pueden tener un impacto crucial en el aprendizaje de las ciencias, debemos acercarlos a ella de una manera en la que se estimule su curiosidad y se promueva su entusiasmo. La curiosidad, la experimentación, la observación de los cambios y del sentido de maravillarse, subyacen en un verdadero aprendizaje de la ciencia (Krogh y Slentz, 2001). Cuando los niños preguntan el “por qué” de los fenómenos naturales se interesan en las razones y las explicaciones de estos fenómenos de tal forma que estas actitudes los conducen de una manera natural hacia la investigación.
- *Un acercamiento temprano a los fenómenos científicos da lugar a una mejor comprensión de los conceptos y explicaciones científicos que se estudian posteriormente de una manera formal.* Las primeras experiencias tienen una influencia significativa en el desarrollo de nuevos conocimientos, y la forma en la que los niños abordan los fenómenos científicos es sumamente importante (Harlen, 2000).
- *El uso de lenguaje científico en edades tempranas influye el desarrollo de conceptos y explicaciones científicas.* A pesar de los conflictos que pueden tener lugar entre el lenguaje cotidiano y el científico, este tipo de conflictos,

si están acompañados de una práctica educativa científica, pueden ser una fuente genuina de desarrollo conceptual (French, 2004). La conexión entre los mecanismos de pensamiento y los de comunicación sugieren que acercar a los niños al "habla científica" puede ayudarles a establecer patrones de "conversaciones científicas", las cuales, a su vez, promoverán el desarrollo de patrones de "pensamiento científico" (Mercer *et al*., 2004).

- *Los niños pueden comprender conceptos científicos y razonar científicamente.* Aunque algunas investigaciones han mostrado que los niños carecen de ciertas habilidades para conducir investigaciones satisfactoriamente (Kuhn *et al*., 1988), otros estudios han mostrado que los niños pequeños pueden distinguir una prueba conclusiva de una inclusiva para desarrollar una hipótesis (Ruffman *et al*., 1993), de esta manera van adquiriendo las bases de las habilidades que les permitan conectar la teoría con la evidencia, al exponerlos a situaciones en las que puedan ejercitarlas (Metz, 1998).
- *La ciencia es una forma efectiva para desarrollar el pensamiento científico.* Al promover el pensamiento científico en contextos científicos los niños pueden percibir situaciones "objetivas" donde observar la influencia de una variable aislada más fácilmente y, de esta forma, aprender no sólo a ser críticos y analíticos, sino también aprender a ver otras formas de pensamiento que no son "científicas" (Harlen, 2000).

2. Algunos enfoques en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias en la educación infantil

Para desarrollar un proceso de enseñanza-aprendizaje efectivo y significativo deben potenciarse las habilidades cognitivas de los niños, los contextos y las oportunidades para que puedan reflexionar acerca de sus ideas sobre los fenómenos naturales, considerando que las ideas iniciales desempeñan un rol crucial en el proceso. Si se pretende que los niños "hagan ciencia" y no simplemente aprendan "acerca de la ciencia", el currículo de ciencias debe construirse con base en el desarrollo, prueba y reestructuración de teorías científicas. Estos propósitos no se logran sólo a través de la aplicación de modelos de enseñanza y aprendizaje; es fundamental que los docentes comprendamos cómo se construye el conocimiento científico (Havu, 2005). The National Research Council (2004) ha señalado cuatro enfoques principales en la enseñanza de la ciencia en educación infantil:

Métodos de Indagación Empírica

Los niños aprenden a realizar preguntas, a pensar cuidadosamente cómo estas preguntas pueden contestarse empíricamente y a desarrollar una serie de métodos para conducir estas investigaciones. Este enfoque ha mostrado la evolución en la comprensión de los niños y sus capacidades para realizar preguntas e investigarlas a través de estudios que ellos mismos diseñan, así como a diagnosticar debilidades en sus propias investigaciones y en las de sus compañeros (Metz, 2000).

Construcción de teorías

Muy relacionado al aspecto anterior está el enfoque de la construcción de teorías. Los niños, a través de los contenidos científicos que se abordan durante la educación inicial, van considerando los criterios por medio de los cuales las teorías científicas se formulan, usan, prueban y revisan. Los niños que han seguido este enfoque han mostrado un desarrollo epistemológico impresionante acerca de la naturaleza de la ciencia, así como cambios en sus propensiones a reflexionar sobre su propio pensamiento.

Modelización

El proceso de aprendizaje en base a la construcción de modelos es central en la construcción de teorías científicas, así como en la enseñanza de las ciencias (Sanmartí, 2002). Cuando los niños se implican en la modelización, los procesos de razonamiento y los conceptos científicos se despliegan siempre juntos ayudándoles a ampliar sus formas intuitivas de utilizar los modelos en aplicaciones más complejas y multifacéticas. La construcción y el empleo orientado de modelos más o menos abstractos presuponen e implica todo un conjunto de habilidades cognitivas de base. La intervención educativa debe ir en la dirección de una progresiva reflexión-explicitación de estos modelos, posteriormente a su particularización-separación y luego a una sucesiva y reciproca coordinación, tanto en el ámbito del pensamiento individual como en el desarrollo de su progresiva socialización en cualquier contexto (Daza *et al*., 2011).

Argumentación

Este enfoque está basado en las ideas de Lemke (1990) y Kuhn (1992), quienes sostienen que la ciencia implica desarrollar y participar en una forma particular de argumentación, incluyendo las relaciones que se establecen entre teorías, hechos, afirmaciones y evidencias. Esta caracterización de ciencia reconoce explícitamente que ésta no es solamente el desarrollo de conocimientos, habilidades y de un tipo de razonamiento, sino también la participación en un proceso social que incluye valores, historia y objetivos personales.

3. El papel de la interacción y el trabajo colaborativo en la negociación de los significados

La pedagogía *vygoskiana* considera que tanto los profesores como los niños se implican en un proceso de construcción activa del conocimiento a través de sus interacciones en el tiempo, el espacio, los objetos y las personas. El aprendizaje se considera un proceso activo por parte del niño, que se conduce a través de interacciones sociales significativas. El profesor es el promotor del aprendizaje al colaborar con ellos involucrándolos en participaciones guiadas, exploraciones y reflexiones individuales (Nuttall, 2003).

El aprendizaje de las ciencias está anidado en dimensiones de las actividades sociales, psicológicas y físicas, las cuales proporcionan elementos para la construcción individual de los significados. Se requiere que los niños participen en el discurso de la comunidad o en interacciones sociales con individuos que tienen más conocimiento (el profesor o los compañeros) o más recursos disponibles. Al participar en el discurso científico se conduce a la formación o reestructuración del plano intrapsicológico. La formación del plano intrapsicológico del niño media a través de lo que Vygotsky denominó “herramientas”. Éstas incluyen las psicológicas (signos), utilizadas para dirigir la mente, y las técnicas, utilizadas para detectar cambios en otros objetos (Daniels, 2001).

En un primer momento, las herramientas psicológicas ayudan al niño a modelar su actividad, y esta actividad puede cambiar o ser reestructurada cuando el niño aprende el uso del lenguaje de tal manera que puede ir más allá de las experiencias previas al planificar futuras acciones (Vygotsky, 1978). En este sentido, el lenguaje y las palabras son las herramientas psicológicas del pensamiento. Estas herramientas proporcionan al niño una forma de mirar los fenómenos, así como una forma de hablar, actuar y pensar acerca de ellos. Tomando en cuenta estas consideraciones, para que los niños aprendan ciencias deben apropiarse de las herramientas psicológicas a través de: 1) Observar fenómenos; 2) Hablar acerca de los fenómenos (participar en el discurso científico); 3) Conducir y estructurar actividades; y 4) Pensar acerca de los fenómenos.

Por otra parte, las herramientas técnicas son fenómenos orientados, es decir estimulan los cambios y son un medio para actuar físicamente sobre ellos. Las herramientas técnicas proporcionan a los niños el acceso a las diferentes perspectivas del fenómeno, permitiéndoles observar sus diferentes características o cambiar su apariencia, esto es, les permiten observar. Las herramientas técnicas

apoyan a los niños en el aprendizaje de las ciencias al cambiar, ampliar o mejorar sus observaciones, dando lugar a que vean los fenómenos desde una perspectiva o punto de vista diferente.

La interacción entre las herramientas psicológicas y las herramientas técnicas es una fuerza que media en el aprendizaje de las ciencias. Aunque las herramientas técnicas, tales como microscopios, lupas, balanzas, entre otros, proporcionan a los niños acceso a los fenómenos desde diferentes perspectivas, es sólo a través de las herramientas psicológicas que ellos logran ver los fenómenos de una forma diferente (Shepardson, 1999).

Los conceptos científicos se negocian primero entre el profesor (con más conocimiento) y el niño, a través de la actividad social, para que los internalice en una actividad individual. La participación de los niños requiere el uso del lenguaje de la comunidad como una herramienta para describir y explicar estos fenómenos, interpretar datos y resultados, así como para plantear y dirigir futuras actividades; las interacciones verbales que median la actividad del niño no sólo facilitan la actividad, sino que le dan forma y la definen (Wertsch, 1990). En el aprendizaje de las ciencias los niños deben participar en interacciones verbales con un individuo con más conocimiento, donde las palabras median la formación de la estructura intrapsicológica, como una forma de ver y actuar primero, y como una forma de hablar y pensar acerca de los fenómenos científicos, después. En el aula, el lenguaje desempeña un papel fundamental para que los profesores apoyen el aprendizaje; el objetivo de la interacción profesor-alumno es facilitar la interiorización de las herramientas físicas y cognitivas por parte de los niños (Wertsch, 1990). El objetivo de la mediación es hacer conscientes a los niños de cómo manipulan los materiales y las ideas, y de cómo aplican el conocimiento.

Un aspecto derivado del proceso de interiorización es el de la mediación en la zona de desarrollo próximo (ZDP). La idea de la ZDP se ha desarrollado de diferentes maneras en la educación científica. Wood, Bruner y Ross (1976) han trabajado en la idea de *andamiaje;* Brown y Palincsar (1989) han desarrollado un procedimiento denominado *aprendizaje recíproco,* diseñado para introducir a los niños en técnicas de discusión grupal a partir de la lectura de textos; Tharp y Gallimore (1992) introducen la idea de *mejora asistida*, la cual define lo que el niño puede hacer con ayuda, con el apoyo de medios, de los otros, y de sí mismo; otra idea es el proceso denominado *participación guiada* (Rogoff, 1990).

Estas nociones post-vygotskianas de la enseñanza y el aprendizaje sugieren que el aprendizaje tiene lugar como resultado de una guía deliberada del niño hacia el desarrollo de sus capacidades, a través de la participación en actividades en una comunidad de práctica. Se enfatiza su naturaleza social al considerarlo un proceso en el que la construcción del conocimiento es inter e intrapersonal, en el que la participación individual activa y en prácticas sociales no es el resultado de una simple transmisión de conocimientos (Kumpulainen y Mutanen, 1999).

4. El desarrollo de los procedimientos y las actitudes de la ciencia y hacia la ciencia

El término "ciencia" se ha utilizado para describir un cuerpo de conocimientos y actividades que dan lugar al conocimiento científico. Este conocimiento científico comprende dos tipos: el conocimiento dominio-específico, que se refiere a los conceptos de los diferentes campos de la ciencia, y el conocimiento dominio-general o de estrategias generales, que comprende las habilidades generales implicadas en los diseños experimentales y la evaluación de evidencia (Zimmerman, 2000). Esta división da lugar a otras distinciones análogas, tales como el conocimiento conceptual y el conocimiento procedimental, específicamente en su división más general entre "conocer" y "conocer cómo". Esta división en el uso de la palabra "ciencia" y los diferentes tipos de conocimiento que abarca es la principal justificación de por qué los niños deberían aprender ciencia: la ciencia los acerca al mundo que les rodea y la ciencia promueve el desarrollo de habilidades de razonamiento (Eshach y Fried, 2005).

La primera afirmación hace referencia al conocimiento dominio-específico o conocimiento conceptual. Cuando los niños comprenden los conceptos científicos pueden ser capaces de interpretar y comprender el mundo. La segunda afirmación se refiere al conocimiento de dominio general o conocimiento procedimental, es decir, "el hacer ciencia", lo que contribuye al desarrollo de habilidades generales que se requieren no sólo en un dominio específico sino en una amplia variedad de dominios no necesariamente científicos. La ciencia acerca a los niños al mundo que los rodea, a través de las ideas, conceptos y teorías usados para interpretarlo.

Con respecto a la idea de que la ciencia desarrolla habilidades de razonamiento, existe el acuerdo de que la parte central del razonamiento científico, tanto fuera como dentro de la ciencia profesional, es la coordinación entre la teoría y la evidencia. La coordinación de la teoría y la evidencia requiere habilidades de indagación o de conocimiento dominio-general, y es por esta razón que la

indagación se considera inherente a la ciencia. Se sostiene que la educación científica contribuye al desarrollo del razonamiento científico implicando a los niños en situaciones de indagación. Al formular preguntas, acceder a la evidencia e interpretarla y coordinarla con las teorías, los niños desarrollan habilidades intelectuales que les permitirán construir nuevos conocimientos. Varios autores sostienen que niños aún pequeños muestran la habilidad de pensar científicamente y en situaciones particulares de aprendizaje son capaces de desarrollar estas habilidades (Metz, 2000).

Tanto el conocimiento dominio-específico como el conocimiento dominio-general constituyen el pilar de la educación científica, por lo que en la educación infantil el principal objetivo ha de ser que los niños y niñas desarrollen una mejor comprensión e interpretación del mundo en que viven a través de los conceptos especiales (conocimiento dominio-específico) y de la apreciación de las formas en que se construye el conocimiento científico (conocimiento dominio-general) que lo caracterizan (Leach y Scott, 2000). En este proceso de aprendizaje, los niños van desarrollando la visión científica de los fenómenos bajo estudio contraponiendo sus formas iniciales de razonamiento basadas en sus experiencias de la vida diaria, por tanto, el aprendizaje de la ciencia implica observar y pensar acerca de los fenómenos de una nueva forma (Sutton, 1992), de una forma científica. Los niños pueden integrar el conocimiento conceptual y el procedimental, teniendo este último un gran impacto sobre el primero, y en esta integración, el "consenso" en la discusión de ideas y su verificación juega un papel importante.

5. Los modelos científicos estructurantes

La construcción de modelos como representaciones simbólicas está basada en articulaciones progresivas entre los registros empíricos, formales y cognitivos (Weil-Barrais, 2001); sin embargo, la génesis y el uso de modelos en la enseñanza de la ciencia son el resultado de procesos educativos especialmente orientados, de larga duración, y necesitan de un alto nivel cognitivo para su construcción. En este sentido, el enfoque de *modelización* adopta una forma especial en la educación infantil, por lo que el concepto de *modelo científico precursor* (Lemeignan y Weil-Barrais, 1993; Weil-Barrais, 2001) *o estructurante,* puede ser fructífero para promover el progreso cognitivo de los niños (Ravanis, 2000). Los *modelos precursores o estructurantes* son construcciones cognitivas generadas en el contexto educativo y constituyen las bases para subsecuentes construcciones, las cuales, sin estas bases, pueden ser difíciles o imposibles de construir (Lemeignan y Weil-Barrais, 1993; Weil-Barrais, 2001). Estos *modelos*

estructurantes pueden considerarse un *modelo de enseñanza,* en palabras de Erduran y Duschl (2004), o un *modelo escolar,* en palabras de Sanmartí (2005), es decir, un modelo especialmente construido para promover la comprensión del modelo consensuado (Erduran y Duschl, 2004).

El modelo científico estructurante (MCE) de flotación como modelo de enseñanza

La comprensión del fenómeno de flotación de los cuerpos sólidos en los líquidos es uno de los principales objetivos de aprendizaje en la educación infantil, ya que se incluye en actividades relacionadas con el agua en las que los niños juegan continuamente. Es importante, también, porque proporciona una forma multidimensional de familiarizarse con los conceptos físicos. Sin embargo, la mayoría de las veces las actividades relacionadas con el fenómeno de flotación están diseñadas para que los niños solamente clasifiquen los objetos entre los que se hunden y los que flotan. Este tipo de actividades sólo dan lugar a la construcción de representaciones formadas a través de un proceso de abstracción empírica (Lemeignan y Weil-Barais, 1993), tales como los conceptos de “flotación” y “hundimiento”, pero no a que los niños formulen suposiciones acerca de las razones de por qué algunos cuerpos flotan y otros se hunden.

Para este trabajo definimos el MCE con base en el modelo científico que explica el fenómeno de flotación y en las ideas iniciales de los niños a partir de un pre-test (Canedo *et al.*, 2010). En el modelo científico el fenómeno se explica de dos maneras a partir del modelo mecánico de equilibrio: A) Considerando el equilibrio de fuerzas o la comparación de fuerzas, y B) Considerando el equilibrio de densidades o la comparación de densidades. Los resultados del pre-test mostraron que la mayoría de los niños, para explicar la flotación, inicialmente basan sus juicios en el peso de los objetos y en algunas ocasiones en el peso relacionado con otras propiedades relevantes, tales como forma y tamaño. En este sentido, consideramos que es factible que los niños desarrollen una comprensión del fenómeno relacionando el peso de los objetos con propiedades relacionadas con el volumen, y de esta forma construir paulatinamente el concepto de densidad. Por otra parte, este enfoque es una forma más concreta y relevante para ilustrar el fenómeno de flotación y ha sido adecuado para que los niños desarrollen una idea científica del fenómeno en la educación infantil, aunque los conceptos de volumen y densidad no se utilicen (Havu-Nuutinen, 2005).

La construcción del MCE de flotación basado en la densidad por parte de los niños

Caracterizado el modelo de enseñanza, desarrollamos el proceso de instrucción con un grupo de 23 niños de 5-6 años de edad de una escuela pública. El proceso sigue un patrón de orientación-predicción y experimentación-discusión general (Havu-Nuutinen, 2005), en interacciones colaborativas, guiando a los niños a observar y hablar sobre los sucesos. El propósito de la instrucción es orientarlos en la construcción de un modelo escolar más elaborado que les permita explicar el fenómeno y resolver problemas. Los niños observan y describen diferentes objetos, realizan hipótesis y predicciones respecto de su comportamiento en el agua, evalúan sus hipótesis y emiten juicios al respecto. En este proceso se despliega la construcción de nuevos conceptos y el desarrollo de habilidades procedimentales y actitudinales y, en el proceso, la mediación de las herramientas psicológicas y técnicas juega un papel fundamental. En las interacciones verbales identificamos conversaciones conceptuales, procedimentales y actitudinales relacionadas con la afectividad y las emociones. A continuación, ejemplificamos algunas de estas interacciones.

Conversaciones conceptuales

En estas conversaciones se incluyen todos aquellos aspectos relacionados con la construcción de las estructuras conceptuales, tales como la formación y clarificación de conceptos. En estas la docente y los niños discutieron aspectos relacionados con las propiedades de los objetos y cómo éstas influyen en el fenómeno de flotación. Así, hay conversaciones en las que se identifican las ideas previas, clarificación y definición de conceptos y las propiedades de los objetos.

a) ***Identificación de ideas previas***

Al comienzo del período de instrucción se expresan algunas ideas iniciales de los niños respecto del fenómeno, activando de ese modo sus conocimientos previos:

Contexto: La docente pide a los niños que hablen acerca de los objetos que flotan y se hunden.
Act1.Eq.1 Anexo p.20

D: ¿Qué cuerpos has observado que flotan? (dirigiéndose al niño).
ON: Como la pelota de plastilina.
…

D: Bueno, algo que se hunda ¿qué se hunde? (ARI y JM levantan la mano).
ON: Se hunde la pelota de tenis.
D: La pelota de tenis se hunde. Y ¿por qué se hundirá la pelota de tenis?
ON: Porque pesa mucho.
D: Porque pesa mucho.
D: A ver ARI, ¿tú qué has observado?
ARI: Que... que la pelota de plastilina se hunde y la pelota de tenis flota y la otra gorda flota y la otra baja.
D: Y la de plastilina ¿por qué se hundirá?
ARI: Porque con la plastilina se hunde al agua y se deshace.
D: Y la de tenis ¿por qué flota?
ARI: Porque es grande, con pelo y flota.

b) ***Clarificación y definición de conceptos***

Dado que durante el pre-test algunos niños mostraron confusión al establecer cuándo un objeto flota o se hunde en el agua, la clarificación de estos conceptos fue importante.

Contexto: Los niños y la docente hablan acerca de la flotación y el hundimiento al inicio de las actividades.
Act1. Eq.1 Anexo p.19

D: A ver ON, ¿qué quiere decir que no se hunde?
ON: Que es de plástico.
D: No… pero no por qué, sino qué quiere decir que no se hunde ¿dónde se queda? (ARI levanta la mano).
…
D: Pero ¿qué quiere decir que no se hunde?
ARI: AAhhhh pos que... cuando una cosa flota y… y… .no se puede hundir y flota así puuuaaa (levanta las manos hacia arriba).
D: Ahhhhh, flota que se queda ¿dónde? (levantando las manos).
ON: Arriba.
ARI: En el aire.
D: Arriba, estamos hablando en el agua. ¿Se queda arriba?
JM, ON, ARI: Sí.
D: Y cuando se hunde ¿para dónde se va?
SAN, ARI, ON: Para abajo.
D: Para abajo. Muy bien. A ver, SAN /JM: Si se cae debería de apretar, si fuera más grande se caería.

D: ¿Se iría al fondo?
JM: Sí .
SAN: Porque es más pesado.

c) ***Propiedades de los objetos***

Durante la descripción y discusión de sus observaciones, los niños fueron identificando diferentes *propiedades relevantes de los objetos* relacionadas con el fenómeno. Inicialmente, el *peso* fue la propiedad más importante para ellos, pero a medida que las discusiones progresaron, los niños fueron identificando otras propiedades, tales como el *tipo de material,* la *forma,* el *tamaño* o si los objetos eran *sólidos o huecos*.

Contexto: Los niños discuten con la docente acerca de las diferentes propiedades de los objetos que pueden intervenir en la flotación y el hundimiento de las pelotas.
Act.1 Eq. 1 Anexo p.26

D: El aire, muy bien. ¿Qué otra cosa pudiera ser importante, ON? Además del peso, del aire.
JM: El material.
D: El material, ¡muy bien! El tipo de material del que están hechos.
ON: Yo lo iba a *dir.*
D: ¿Tú lo ibas a decir? ¿Y algo más?
ON: La forma.
D: La forma.
ARI: Pero estas todas son de forma redonda.
D: ¡Ahhhhh! Después vamos a ver cómo también la forma influye. Todas estas tienen forma redonda, muy buena observación ARI. A ver ON...

Conversaciones procedimentales

Estas incluyen aquellos aspectos que hacen referencia al desarrollo de las tareas o actividades, a la gestión del trabajo colaborativo y al desarrollo y progreso en el trabajo experimental. Se identifican conversaciones relacionadas con el planteamiento y resolución de problemas, elaboración de predicciones e hipótesis, discusión de resultados y elaboración de explicaciones en base al MCE.

a) ***Planteamiento y resolución de problema***

Los niños piensan cómo resolver la flotación y el hundimiento de láminas de papel aluminio. Láminas que flotan deben hundirse y láminas que se hunden deben flotar.

Contexto: Fase de elaboración. Los niños discuten con la docente cómo hacer que una lámina de aluminio flote.
Act.5 Eq.1 Anexo p.111

SAN: A las dos le pasa lo mismo (viendo que se hunde la lámina) ¡Claro! ¡Claro!
D: ¡Ah! Pero esa se hunde ¿cómo puedo hacer que la 2 flote?
…
ON: Deshaciéndola y poniéndola muy flojito en el agua (manipulando la lámina y poniéndola en el agua).
…
D: Que flote. La lámina 2 se hunde y ahora quiero que flote (siguen probando pero no lo logran).
SAN: No flota (manipulando y probando su lámina en el agua).
D: ¿Qué forma le tendríamos que dar a esa lámina para que flotara?
JM: (Inaudible).
D: ¿Eh?
ON: Muy estirada.
SAN (Manipulando la lámina de aluminio) La de aluminio se va a hundir. Yo quiero que la N° 2... yo quiero que esta... que se dobla mucho, quiero que flote. Yo quiero que ésta flote.
…
JM: Le podríamos poner una tapita.
D: No, sin tapita. Esta lámina, si le cambio la forma, puede flotar, pero ¿qué forma ha de tener para que flote?
JM: Pelota, como una pelota.
..
ARI: Un diferente material.
D: No, estamos hablando del mismo material (poniendo la lámina en forma de pelota en el agua y hundiéndose).
SAN: ¡Jo! Se hunde.
D: ¿Qué forma le tengo que dar a esta lámina para que pueda flotar?
SAN: ¡No lo sé! Es difícil.
JM: ¿Delgado?
ON: ¡Ya lo sé!
D: A ver... (no dicen nada, ON y SAN observan la forma que se le está dando a la lámina).
SAN: ¡Una barca! ¡Como una barca!
D: ¡Ahhhhh!
JM: Eso yo lo iba a decir.

SAN: ¿Me dejas ponerlo en el agua?
D: Agarra otra lámina, agarren más láminas.
SAN: ¡Tenía que estar en forma de barca!

b) ***Elaboración de predicciones e hipótesis***

Estas se presentan durante todo el proceso de instrucción. Al inicio de cada experimento la docente solicita a los niños que predigan qué les pasa a los diferentes objetos si se colocan en el agua y expliquen por qué. Posteriormente, los niños evalúan sus predicciones al observar los resultados de los experimentos. Algunas de las hipótesis que los niños plantearon se sustentaron en *propiedades irrelevantes* o *conocimientos de la vida cotidiana* o en el *peso*. Asimismo, utilizaron *una o varias propiedades diferentes del peso*, tales como *tipo de material* y *sólido o hueco,* así como *una o más propiedades relacionadas con el peso*. El *efecto del aire* en el fenómeno también se consideró en el planteamiento de sus hipótesis.

Contexto: Los niños discuten con la docente qué factores intervienen en la flotación de una lata.
Act.5 Eq.5 Anexo p.135

D: PA, ¿tú qué opinas?
PA: Que como tiene otro material y es plateado.
D: ¿El color tendrá algo que ver para que flote o se hunda PA?
PA: Sí /SER: No.
D: ¿Sí? ¿El color será importante para que flote o se hunda?
PA: No, no, no, no, no.
D: El material yo creo que sí es importante porque es un tipo de material diferente.
PA: Sí y pesa un poco. Yo creo que es por eso, porque tiene peso.
ES: Aunque, aunque las cosas de hierro, son de hierro, pero hay otras que son de otras diferentes maneras (OR levanta la mano).
D: ¿De otros materiales?
ES: Sí, de unos materiales diferentes.
D: Claro, a ver OR...
OR: Es un material de hierro que tiene... que pesa 90 gramos y... y pesa mucho y si lo metemos en el agua se hundirá.

c) ***Discusión de resultados***

La identificación *de propiedades relevantes de los objetos* diferentes del peso y la identificación de la *relación de estos factores relevantes con el peso* fueron aspectos que se promovieron a través de las actividades de aprendizaje. Durante la discusión de los resultados, los niños participan activamente describiendo lo que observan durante sus experimentos, informando al resto de los participantes o expresando sus pensamientos en voz alta. La mayoría de las veces los niños informan o verifican sus resultados, pero también debaten y argumentan sus ideas estableciendo las *razones de lo observado en el fenómeno*.

Contexto: Los niños discuten con la docente los resultados del experimento con las pelotas.
Act. 1 Eq.1 Anexo p. 26

D: A ver ésta (pelota de ping pong), ¿es pesada o es liviana?
SAN: Es liviana.
D: Es liviana y ¿qué le pasa?, ¿flota o se hunde?
SAN: Flota.
D: Y ésta (plastilina) es liviana.
SAN: Pero esa no es la diferencia que te digo.
D: ¿Cómo?
SAN: Esa no es la diferencia que te digo.
D: A ver, ¿cuál es la diferencia que me quieres decir?
SAN: Es que mira, ésta (plastilina) si tú ves bien, adentro hay plastilina.
D: Dentro hay plastilina.
SAN: Y aquí... aquí... (en la de ping-pong) está aireado por dentro, hay aire, entonces ésta puede flotar; ésta (plastilina) puede hundirse.
D: Muy bien. Fíjense lo que ha dicho SAN: Esta pelota de plastilina por dentro tiene...
SAN: Plastilina.
D: Plastilina. Y esta pelota (ping-pong) por dentro, ¿qué tiene?
SAN y JM: ¡Aire!

d) ***Elaboración de explicaciones basadas en el modelo científico precursor***

La incorporación en la estructura conceptual de los niños de otras propiedades de los objetos, diferentes del *peso*, les permitió comenzar a considerar el fenómeno desde una perspectiva multidimensional y de esta forma ir abandonando el modelo inicial basado en el peso. Los niños comienzan a identificar otras *propiedades relevantes* además del

peso y a establecer relaciones entre estas propiedades. Esta relación de *propiedades relevantes* de los objetos con el *peso* dio lugar a que formularan explicaciones basadas en el modelo estructurante, es decir, los niños en sus justificaciones relacionan el *peso* con el *tamaño*, la *forma* y si el objeto era *sólido* o *hueco*. Posterior al planteamiento de sus hipótesis y observación del resultado de sus experimentos, explican el fenómeno de flotación con base en la *densidad* de los objetos, aunque este concepto científico como tal, no se utiliza.

Contexto: Los niños discuten con la docente por qué flota una barca.
Act2. Eq.1 Anexo p.41

D: JM, ¿por qué flota?
JM: Porque no tiene... porque no es igual que la botella, porque no tienen el mismo peso, pesa menos.
SAN: Y además es de diferente… eh, eh (cogiendo la barca) /ARI: Tamaño.
SAN: Material.
D: Material y tamaño, ¿y cómo es que el tamaño puede afectar?
ARI: Pues, aunque la barca es un poquito más grande flota.
SAN: Pero, además /D: ON; no estás escuchando / SAN: Esto es del mismo plástico, pero es un diferente plástico y tiene una diferente forma /D: ¡Ahhhhh!
SAN: Y lo que pesa, no pesa tanto como esta botella (con agua) y, además, no hay nada adentro, y hay puro aire, puro aire.
D: Muy bien, ¿qué tiene que ver la forma?
SAN: Que la forma de la barca es más extendida.

Conversaciones relacionadas con aspectos afectivo-motivacionales

En estas conversaciones se incluyen expresiones en las que se muestran sentimientos afectivos e interés en las actividades. Identificamos el entusiasmo y emoción que les provoca a los niños el resultado de sus experimentos cuando sus predicciones se cumplen, pero también la decepción o enfado cuando no. En estos últimos casos, sobre todo, el rol de la docente es promover que comprendan el proceso como una evaluación de sus ideas y no como un juego de ganar o perder. La comprensión conceptual del fenómeno de flotación se refuerza y las actividades son motivadoras.

Contexto: Fase de elaboración. Los niños intentan hacer una barca con una lámina.
Act.5 Eq.3 Anexo p. 123

D: A ver, déjenme hacerles la barca. La barca tiene que estar hecha de tal forma que no le entre ¿qué?

TODOS: Agua.

…

AN: ¡Bravo! ¡Bravo! ¡Sí que ha flotado! ¡Mi barca sí que ha flotado!

D: Ja, ja, ja, ja, ja...

CAT: ¡Qué guay!

Contexto: Los niños prueban las pelotas en el agua.
Act.1 Eq.1 Anexo p.24

SAN: Mira, dos ganadas, tenemos dos ganadas (mostrando su registro a JM).

…

D: Recuerden que lo que estamos haciendo no es para ver quién gana o quién pierde.

SAN: Es verdad.

D: O quien acierta o quien está equivocado. ¿Para qué lo estamos haciendo?

SAN: Para investigar y averiguar si es verdad o no.

D: Para ver las ideas que tenemos nosotros y si nuestras ideas se corresponden con lo que nosotros estamos observando y si no tratar de...

SAN: De mejorar.

D: Sí, de mejorar, de pensar diferente.

ARI: Yo me equivoqué (triste).

D: No importa cariño. También es importante equivocarse porque eso te hace pensar más.

Implicaciones para la práctica docente y la formación de nuevos/as investigadores/as

Las interacciones sociales se llevaron a cabo al mismo tiempo que los niños manipularon los objetos y observaron el fenómeno, de este modo, el habla, el uso de conceptos y el lenguaje fueron parte de la explicación del fenómeno de flotación y hundimiento. En este estudio, los niños consideraron el fenómeno desde el punto de vista de la relación de varias propiedades relevantes. Un próximo paso en el proceso de aprendizaje puede ser la combinación de propiedades para la construcción de los conceptos de volumen y densidad y/o la construcción de un modelo de interacción.

Este estudio presenta evidencias de que los niños pequeños son capaces de desarrollar una comprensión científica en un ambiente de instrucción. Esto tiene implicaciones en el aprendizaje de las ciencias ya que, cuando las epistemologías de los niños se "sacuden" en los primeros años escolares, puede minimizarse la adquisición de fuertes ideas alternativas (Havu-Nuutinen, 2000).

Como pudo observarse en los ejemplos de las conversaciones, la gestión de la misma por parte de la docente es un elemento esencial para lograr este tipo de aprendizaje. Para ello, es importante considerar el dar a los alumnos la oportunidad de explicar, dando espacio para que expongan sus ideas, la claridad de los objetivos de la actividad y el conocimiento disciplinar del docente. Consideramos que el ejemplo aquí presentado puede adaptarse para actividades de formación.

Proyecciones y conclusiones

Al finalizar el período de instrucción, las ideas de los niños fueron más ricas; la gran mayoría logró construir el MCE de flotación. Sin embargo, para lograr cambios más profundos, es necesario trabajar más tiempo con la explicación del fenómeno. La estrategia didáctica basada en la construcción de modelos científicos estructurantes mostró evidencias de que ésta ayuda a los niños a aceptar ideas científicas básicas relacionadas con el fenómeno. Se identificaron aspectos relevantes en el aprendizaje del microdominio del fenómeno de flotación, que pueden ser útiles para adecuar y mejorar el currículum de educación infantil. En esta adecuación, es necesario considerar al aula como un sistema sociocultural y al discurso como una forma de comprender el desarrollo del conocimiento, utilizar prácticas pedagógicas interactivas, promover el conocimiento de los niños, apoyar el que se involucren en su propio aprendizaje, y ayudarles a aprender a trabajar juntos para crear nuevos conocimientos y significados. Es preciso comenzar a cambiar la concepción de la enseñanza de la ciencia en la educación infantil en la que los niños solamente clasifican, ordenan y observan, y realizan otras actividades de tipo inductivo. Nuestros resultados han mostrado que es posible, y necesario, iniciar a los niños desde pequeños en la utilización de otro tipo de razonamiento. En la medida en la que los profesores nos demos cuenta de las habilidades que tienen los niños y de las formas en las que aprenden, llegaremos a ser más efectivos para adaptar los procesos de instrucción a las necesidades de los diferentes alumnos.

Referencias bibliográficas

Brown, A. L. & Palincsar, A. S. (1989). Guided, Cooperative Learning and Individual Knowledge Acquisition. En: L.B. Resnick (Ed), *Knowing, Learning and Instruction. Essays in Honor of Robert Glasser* (pp. 393-452). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.

Canedo-Ibarra, S. P., Castelló-Escandell, J., Paloma García-Wehrle, P. & Rafael Morales-Blake, A. R. (2010). Precursor models construction at preschool education: An aproach to improve scientific education, *Review of Science, Mathematics and ITC Education*, 4(1): 41-73.

Carey, S. (2000). Science Education as Conceptual Change. *Journal of Applied Developmental Psychology, 21* (1): 13–19.

Daniels, H. (2001). Vygotsky and Pedagogy. London and New York: Routledge Falmer.

Daza-Rosales, S. F., Quintanilla-Gatica, M., Muñoz-Vélez, E. L. & Arrieta Vergara, J. R. (2011). La Ciencia como Cultura y Cultura de la Ciencia: su contribución en el desarrollo de pensamiento científico en los niños. En: *La Enseñanza De Las Ciencias Naturales En Las Primeras Edades. Su Contribución A La Promoción De Competencias De Pensamiento Científico.* Volumen 5. Silvio Daza Rosales y Mario Quintanilla Gatica (comps.). Santiago de Chile: Editorial Bellaterra.

Erduran, S. & Duschl, R. A. (2004). Interdisciplinary Characterizations of Models and the Nature of Chemical Knowledge in the Classroom. *Studies in Science Education,* 40: 105-137.

Eshach, H. & Fried, M. N. (2005). Should Science be Taught in Early Childhood? *Journal of Science Education and Technology,* 14(3): 315-336.

French, L. (2004). Science as a center of a coherent, integrated early chilhood curriculum. *Early Childhood Research Quarterly,* 19:138-149.

Fumagali, L. (2002). La enseñanza de las ciencias naturales en el nivel primario de educación formal. Argumentos a su favor. Buenos Aires: Paidós Edcucador.

Gómez Galindo, A.A.; García Franco, A. & García González, C.M. (2013). Estado de la Investigación en Educación en Ciencias Naturales, en el Nivel de Educación Básica, durante la década 2002 al 2011. En: Ávila, A.; Carrasco Altamirano, A.; Gómez Galindo, A.A.; Guerra Ramos, M.T.; López Bonilla, G. & Ramírez Romero. J.L. (coords.). *Una década de investigación educativa en conocimientos disciplinares en México (2002-2011): matemáticas, ciencias naturales, lenguaje y lenguas extranjeras*. COMIE-ANUIES. pp. 165-202.

Harlen, W. (2000). Teaching, Learning and Assessing Science 5-12. London: Paul Chapman Publishers Ltd.

Havu-Nuutinen, S. (2005). Examining young children’s conceptual change process in floating and sinking from a social constructivist perspective. *International Journal of Science Education*, 27 (3): 259-279.

Krogh, S. L. & Slentz, K. L. (2001). The early childhood curriculum. London: LEA.

Kuhn, D. (1992). Thinking as argument. *Harvard Educational Review,* 62 (2): 155–178.

Kuhn, D., Amsel, E. & O'loughhlin, M. (1988). The Development of Scientific Thinking Skills. Orlando, FL: Academic Press.

Kumpulainen, K. & Mutanen, M. (1999). The situated dynamics of peer group interaction: an introduction to an analytic framework. *Learning and Instruction,* 9: 449–473.

Leach, J. & Scott, P. (2000). Children's thinking, learning, teaching and constructivism. En: M. Monk y J. Osborne (Eds.), *Good Practice in Science Teaching. What research has to say*. Buckinham-Philadelphia: Open University Press.

Lemeignan, G. & Weil-Barrais, A. (1993). Construire des Concepts en Physique. L'enseignement de la mécanique. Paris: Hachette.

Lemke, J. (1990). Talking Science. Science, Language, Learning and Values. Norwood, NJ: Ablex Publishers.

Mercer, N., Dawes, L., Wegerif, R. & Sams, C. (2004). Reasoning as a scientist: ways of helping children to use language to learn science. *British Educational Research Journal*, 3(30): 359-377.

Metz, K. E. (1998). Scientific Inquiry Within Reach of Young Children. En: B. Fraser & Tobin, K. G. (Eds.), *International Handbook of Science Education. Part One* (pp.81-96). London: Kluwer Academic Publishers.

National Research Council. (2004). Learning and Instruction: A SERP Research Agenda. Panel on Learning and Instruction. En: M.S. Donovan & J. W. Pellegrino (Eds.), *Division of Behavioral and Social Science and Education.* Whasington, DC: The National Academic Press.

Nuttall, J. (2003). Influences on the co-construction of the Teacher Role in Early Childhood Curriculum: Some examples from New Zealand childcare center. *International Journal of Early Years Education,* 11 (1): 23-31.

Ravanis, K. (2000). La construction de la connaissance physique à l'age préscolaire: recherches sur les interventions et les interactions didactiques. *Aster, 31*: 71-94.

Rogoff, B. (1990). Apprenticeship in thinking: *Cognitive development in social context.* New York: Oxford University Press.

Sanmartí, N. (2005). Aprendre Ciències: Connectar l'experiencia, el pensament i la parla a través de models. En: Curs per a l'actualització de l'ensenyament/aprenentatge de les ciències naturals. Curs *2004-2005* (pp. 48-69). Generalitat de Catalunya. Departament de Educació. Serveis de Publicacions.

Shepardson, D. P. (1999). Learning Science in a First Grade Science Activity: A Vygotskian Perspective. *Science Education, 83* (5): 621-638.

Sutton, C. R. (1992). Words, Science and Learning. Buckingham: Open University Press.

Tharp, R. G. & Gallimore, R. (1992). Rousing Minds to Life. Teaching, learning, and schooling in social context. New York: Cambridge University Press.

Vygotsky, L. S. (1978). Mind in society: The development of higher psychological processes. En: M. Cole, V. John-Steiner, S. Scribner, & E. Souberman (Eds.). Cambridge, MA: Harvard University Press.

Weil-Barais, A. (2001). Los constructivismos y la Didáctica de las Ciencias. *Perspectivas, XXXI* (2): 197-207.

Wertsch, J. V. (1990). The voice of rationality in a sociocultural approach to mind. In: L. C. Moll (Ed.), *Vygotsky and Education: Instructional implications of sociohistorial psychology* (pp. 111-126). New York: Cambridge University Press.

Wood, D., Bruner, J. S. & Ross, G. (1976). The role of tutoring in problem solving. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, 17*: 89-100.

Zimmerman, E. (2000). The Structure and Development of Science Teachers' Pedagogical Models: Implications for Teacher Education. En: J. K. Gilbert & C. J. Boulter (Eds.), *Developing Models in Science Education* (pp. 325-341). London: Kluwer Academic Publishers.

Capítulo 11

¿Qué cambia, por qué cambia, para qué cambia? ¿Por qué hay cuatro estaciones?

María Verónica Astroza
mastroza@uc.cl
Ricardo De la Fuente
odela@uc.cl
Catalina Contreras
cacontreras@uc.cl
Valeria Bravo
vibravo@uc.cl
Pontificia Universidad Católica de Chile

Contenido

- Resumen
- Unidad Didáctica: ¿Qué cambia, por qué cambia, para qué cambia? ¿Por qué hay cuatro estaciones?
- Justificación teórica de la Unidad Didáctica y planteamiento metodológico
- Plan de clases de la Unidad Didáctica - Actividades de aprendizaje y evaluación
- Valoración de la experiencia
- Referencias bibliográficas

Resumen

En el presente capítulo abordaremos la unidad temática acerca de la traslación de la Tierra, como origen de las estaciones del año y los efectos en los seres vivos. Se sugiere trabajarla didácticamente, tanto en el aula infantil como en los primeros cursos de Educación Básica, de preferencia desde una perspectiva que dé cuenta de un fenómeno abierto, complejo y sujeto a diversidad de miradas; desde un enfoque de ciencia escolar en torno a un ciclo o secuencia de aprendizaje socio constructivista. Basado en lo anterior, se comparte una práctica educativa llamada: ¿Qué cambia, por qué cambia; para qué cambia?; recomendada curricularmente para niños y niñas de 6 y 7 años.

La práctica educativa socializada incorpora actividades que desafían a comprender las razones "más científicas" acerca de cómo los niños y niñas observan y explican científicamente los fenómenos, en este caso el de la traslación de la Tierra y sus efectos en las estaciones del año. Desde las ciencias experimentales se vincula la traslación de la Tierra, la forma como inciden los rayos de luz provenientes del Sol y como se reflejan en la superficie del planeta, el cual tiene una leve inclinación y, por tanto, permite comprender tanto los ciclos de las estaciones como los ciclos de vida de animales y plantas.

Las actividades planteadas son un buen escenario para reflexionar en torno a las ideas previas de los niños/as, los posibles obstáculos epistemológicos que subyacen, el tratamiento didáctico del tema y la concurrente promoción de habilidades de pensamiento científico como vehículos para elaborar comprensiones sobre la traslación de la Tierra; en síntesis, contribuir a formar niños y niñas competentes científicamente.

Unidad Didáctica:
¿Qué cambia, por qué cambia, para qué cambia?
¿Por qué hay cuatro estaciones?

Eje temático: Sistema Solar
Tiempo Aproximado: un mes.

Objetivos de Aprendizaje:

- Identificar los cambios que se producen durante el día, los meses y las estaciones del año: claridad, oscuridad, longitud de la sombra y características atmosféricas (2° ciclo Educación Parvularia).

- Describir y comunicar los cambios del ciclo de las estaciones y sus efectos en los seres vivos y el ambiente, demostrando curiosidad por conocer los eventos que conforman el entorno natural (1° básico).

Metas de Aprendizaje:

- Observar para describir el movimiento de traslación de la Tierra buscando información por iniciativa propia.
- Comparar los efectos del movimiento de traslación en cada estación del año, opinando si es correcto o no considerar los puntos de vista de profesionales del área.
- Clasificar de acuerdo al tipo de animal, los efectos de las estaciones del año en ellos y sus migraciones, comunicando el fenómeno frente al curso.
- Experimentar para describir algunos de los efectos que ocurren en las plantas por los cambios en las estaciones del año, comunicando maneras de cuidarlas durante el año.

Conceptos fundamentales:

1. Planeta Tierra:
    - 1.1. Movimiento de traslación
    - 1.2. Efectos del movimiento de traslación
2. Ciclo en que se suceden las estaciones del año:
    - 2.1.1. Verano y sus características (temperatura y efectos)
    - 2.1.2. Otoño y sus características (temperatura y efectos)
    - 2.1.3. Invierno y sus características (temperatura y efectos)
    - 2.1.4. Primavera y sus características (temperatura y efectos)
3. Efectos de las estaciones del año en algunos seres vivos:
    - 3.1.1 Animales: migración y reproducción
    - 3.1.2 Plantas: reproducción.

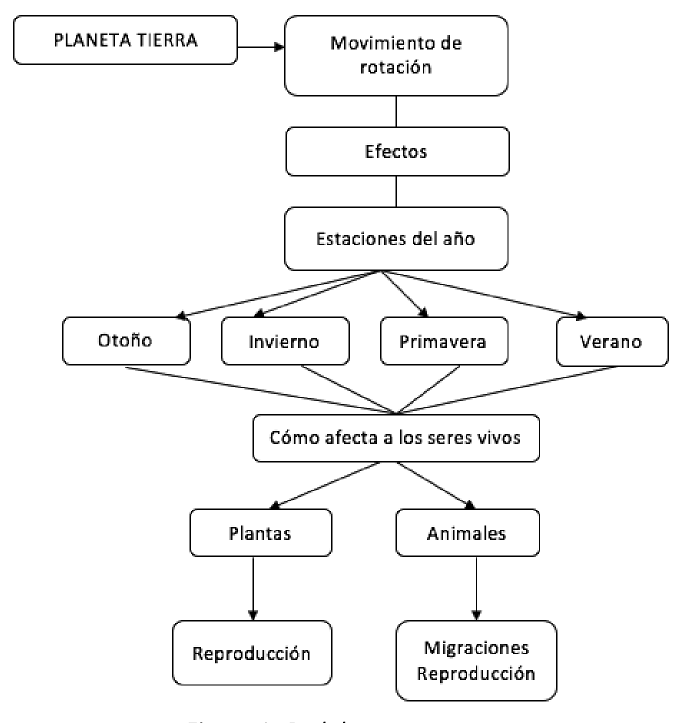


Figura 1. *Red de conceptos*

Habilidades de Investigación Científica:

- Observar para describir
- Comparar
- Clasificar
- Experimentar
- Comunicar

Valores-actitudes:

- Curiosidad
- Buscar información
- Cuidado de las plantas
- Dar su opinión

Justificación teórica de la Unidad Didáctica y planteamiento metodológico

En este capítulo, cabe hacerse algunas preguntas centrales, tales como las siguientes: ¿Cómo promover el pensamiento científico en la infancia, a través de

la unidad didáctica? ¿Qué cambia, porqué cambia y para qué cambia, desde el nivel inicial hasta los primeros años de la escuela primaria? ¿Por qué vale la pena considerar esta propuesta en esta etapa de transición escolar?

La infancia es una etapa clave, fundante, imprescindible en la experiencia educativa. Se trata de años que inciden potentemente en la trayectoria que niños y niñas van a recorrer a lo largo de sus vidas. Diferentes investigaciones en educación infantil (MINEDUC, 2002; Bosse, Jacobs, & Lynn, 2009; Tassin, M., Leiva, P. Benavides, F., Suzuki, M. & Orellana, M. L., 2009 ; Quintanilla, Orellana, & Daza, 2011; Edward Melhuish, 2011), (Camilli *et al.*, 2010; Sylva *et al.*, 2010) avalan firmemente la importancia de la educación inicial y la primera etapa del nivel primario, mostrando que experiencias educativas robustas y bien diseñadas, desde la perspectiva de la promoción de habilidades de pensamiento científico, pueden generar oportunidades educacionales exitosas y con efectos positivos en los niños y niñas, tanto a nivel cognitivo como socioemocional, los que persisten a lo largo de los años, incluso hasta la vida adulta.

Hoy pareciera evidente que toda iniciativa en este ámbito responde a un imperativo ético que emana desde la concepción de los niños y niñas como ciudadanos (sujetos de derecho) y de la ciencia como parte integrante de nuestra cultura, –“actividad humana clave; creación de la humanidad y al servicio de la humanidad” (Quintanilla, Orellana, & Daza, 2011)– o como instrumento para conocer, comprender, apreciar y vivir en nuestro mundo.

Es innegable que la ciencia forma parte de todos los ámbitos de la sociedad, a partir de lo cual se hace imprescindible la necesidad de favorecer su presencia y la oportunidad de su aprendizaje, tanto en la primera infancia como en los primeros años de la educación básica.

La educación científica aporta al desarrollo de modos de observar la realidad y de relacionarse con ella, lo que implica y supone modos de pensar, hablar y hacer, pero, sobre todo, la capacidad de integrar estos aspectos (Arca, Guidoni, & Mazzoli, 1990).

Para esto, la enseñanza de las Ciencias Naturales debe cosiderar a los niños y niñas y acoger su diversidad (en cuanto a las formas de pensar, actuar y sentir el mundo), para situar la enseñanza como un proceso con sentido para ellos (Hall, 2010).

Los niños y niñas son curiosos, buscan conocer y dar sentido al mundo que los rodea (Worth K., 2010). Basta con observar a los niños y niñas en su contexto natural, para evidenciar que, desde su más temprana edad, muestran habilidades científicas, relacionadas fundamentalmente con la observación y exploración a través de todos sus sentidos (Tassin, M., Leiva, P. Benavides, F., Suzuki, M. & Orellana, M. L., 2009). Ellos, en cualquier situación cotidiana actúan, exploran, observan, se cuestionan y preguntan, manifestando una fuerte motivación por saber cómo funciona el medio en que están insertos; sus elementos, procesos y estructuras (Bosse, Jacobs, & Lynn, 2009).

La formación del pensamiento científico involucra un conjunto complejo de habilidades cognitivas, pero también metacognitivas (es decir, de reflexión y conciencia sobre el propio proceso de pensamiento), cuya consolidación requiere una considerable cantidad de ejercitación y práctica a lo largo de varios años (Deanna Kuhn 2012).

Se puede establecer que los niños/as y los científicos/as tienen mucho en común, ya que ambos están interesados en objetos muy variados, en todo lo que sucede en el mundo que les rodea; en cómo y por qué las cosas son como son (Osborne & Freyberg, 1998). Los niños y niñas expresan su curiosidad acerca de cómo funcionan las cosas y por qué ellas suceden. Muchas veces, los niños y niñas notan, por ejemplo, las diferencias en el clima y las actividades propias de cada estación y hacen preguntas como: “¿Cuáles son las diferentes estaciones?” y “¿Por qué tenemos diferentes estaciones?, ¿por qué cuando me levantaba, antes estaba de día y ahora está de noche?”.

Los niños/as están familiarizados con la observación e identificación de algunos fenómenos naturales que dan muestra de cambios (el día y la noche) y conocen algunos fenómenos atmosféricos (lluvia y viento, entre otros).

La introducción al sistema Sol-Tierra-Luna es uno de los temas constantes en la educación pre escolar y educación básica, independientemente del currículo vigente. Se trata de un tema atractivo para ellos/as y que, aparentemente, no pareciera presentar especial dificultad para su enseñanza por parte del profesorado. Sin embargo, la investigación didáctica ha revelado que son numerosas las ideas de los niños con respecto a este tema, que no son acordes con las ideas científicas al terminar esta etapa educativa, y también con las dificultades y obstáculos que subyacen a la hora de construir un modelo básico aceptable, que permita desarrollar y profundizar estas ideas, en etapas educativas posteriores (Martín del Pozo, Rosa, 2013).

Por lo anterior, se hace necesario ofrecer desde la primera infancia experiencias científicas que favorezcan el aprender el mundo desde esta perspectiva, acompañadas de mediaciones de calidad (Kovacs, 1991).

Cabe hacer hincapié en que esta temática lleva a descubrir que el pensamiento científico va más allá de los modos habituales de entender el mundo, incluso que las explicaciones a lo que vemos están sintonizadas con nuestros deseos o creencias (Alan Cromer, 1993).

Por otra parte, y en el marco de los principales fundamentos de la investigación Fondecyt 1150505 "*Identificación, caracterización y promoción de competencias de pensamiento científico en educadoras de párvulos en formación; su contribución a la calidad de la profesionalización docente en las primeras edades*", se sugiere que la educación científica pueda comenzar durante los primeros años de escolarización, debido, entre otros motivos, a que la propia legislación incide en la importancia que se le otorga al contacto directo con el ambiente y a la estimulación constante que distintas y variadas experiencias tienen para el pleno potencial cognitivo del individuo (Watters, Diezmann, Grieshaber y Davis, 2000; Hadzigeorgiou, 2002; Eshach y Fried, 2005). Así como también el hecho de poder aprovechar la predisposición que tienen los niños y niñas de estas edades a explorar el mundo que les rodea y disfrutar con la observación de la naturaleza (French, 2004; Eshach y Fried, 2005).

A nivel metodológico la Unidad Didáctica "¿Qué cambia, por qué cambia; para qué cambia?" está diseñada a partir de preguntas significativas y la creación de escenarios didácticos. Las preguntas significativas mediadoras (Márquez, Roca, Gómez, Sardà, & Pujol, 2004; Márquez &Roca, 2006) se imbrican con los acontecimientos de la vida cotidiana de niños y niñas y favorecen la posibilidad para que expresen su realidad desde una gran diversidad de puntos de vista.

Con ello se pretende ofrecer una estrategia que favorezca proponer una visión compleja de los fenómenos científicos, como lo son, por ejemplo, las estaciones del año. A las preguntas significativas mediadoras se les cautela también una estructura para su formulación, que haga posible impulsar un proceso de enseñanza y aprendizaje que ya no es lineal y cerrado, sino que toma distintas direcciones, las cuales son compartidas y socio construidas entre niños y docentes mediadores.

Así mismo, y de manera concurrente, se pretende promover la creación de escenarios o espacios didácticos que den la posibilidad de activar los fenómenos

del mundo en función de un contexto y en una situación concreta para los estudiantes; por ello se presenta un observatorio astronómico y una astrónoma situados en un escenario didáctico formativo que hagan posible la interacción en cuatro esferas: Conceptual, didáctica, creativa y de investigación (Calafell, Junyent, Bonil, 2013). Estos son puntos clave para favorecer el desarrollo de un pensamiento creativo y estratégico desde su cotidianeidad, para dar fuerza a las distintas formas de comunicar y potenciar un aprendizaje del alumnado multidimensional que se acoge a la idea de la enseñanza y aprendizaje como itinerario complejo y multifacético.

La Unidad Didáctica se desarrolla también de acuerdo al ciclo de aprendizaje socio constructivista (Karplus, R 1981; Jorba & Sanmartí, 1998; Sanmartí, N., 2005) y se compone de cuatro tipos de actividades. La primera actividad presenta el **escenario didáctico** (el personaje de la astrónoma María Teresa y su observatorio astronómico llamado CURIOSÍN), para enlazarla con una segunda actividad de **exploración** que permite intercambiar puntos de vista entre los estudiantes alrededor de nuestro planeta Tierra, los movimientos de traslación que dan origen al ciclo de las estaciones del año y los efectos que producen en los seres vivos y el ambiente. Tales actividades permiten conocer el punto de partida de los niños y niñas para modular su aprendizaje y conectar las estaciones del año con las ciencias experimentales, los astrónomos, la meteorología y algunos instrumentos tecnológicos que permiten estudiar los efectos de distintos fenómenos, como por ejemplo, el clima.

En esta actividad de exploración, se conversará con los estudiantes para averiguar los pensamientos y creencias que tienen acerca de la causa de los cambios climáticos durante el año. Luego se desarrolla la actividad de **introducción de contenidos**, en la que se hará una comparación de los conocimientos de los niños y los conocimientos científicos, para que ellos puedan tomar conciencia de que hay distintos puntos de vista. Luego, en la actividad de **estructuración** de los contenidos se pedirá que los estudiantes realicen un dibujo y formulen la explicación del fenómeno, para analizar si comprendieron el concepto de traslación de la Tierra. Finalmente, en la actividad de **aplicación**, se pide que los alumnos comuniquen su proceso de aprendizaje, a través de la aplicación de un problema de distinta contextualización sobre el mismo tema.

Plan de clases de la Unidad Didáctica

Actividades de aprendizaje y evaluación

- ***Actividad de presentación del escenario didáctico:***

En el contexto de un colegio en Chile, el educador comienza su clase hablando a los alumnos: *"Antes de empezar quiero que escuchen el siguiente relato. Por la mañana, temprano, cuando sales de tu casa y vas al colegio quizás no te fijaste, pero el Sol no siempre está en el mismo lugar del horizonte, si miras hacia la Cordillera de los Andes (Este) y tomas como referencia la Cordillera ves por donde sale el Sol y verás que, en los días siguientes, su salida se va desplazando muy lentamente…".* (Alejandro Gangui, astrónomo).

En el observatorio astronómico escolar llamado CURIOSÍN trabaja una astrónoma llamada María Teresa, ella tiene un especial gusto por las preguntas que le hacen los niños y niñas y, en especial, por aquéllos que le piden entrar en su observatorio para intentar encontrar por sí mismos sus posibles respuestas. Como le gusta tanto recibir preguntas, anima a sus estudiantes planteándoles, por ejemplo: ¿Cómo podríamos averiguar los cambios que observamos durante el año en que ustedes van a su escuela o colegio? ¿Cómo explicarían por qué en el verano hay muchas horas de luz a diferencia del invierno, o por qué sienten más calor? ¿Qué podrían utilizar para averiguar estas diferencias?

(*Se propone que el/la educador/a tenga en su sala de clases una imagen con un observatorio astronómico por fuera y por dentro y pedirle a otra educadora que asuma el rol de María Teresa. Si en el aula no se cuenta con el observatorio astronómico pueden utilizarse* títeres). María Teresa y su observatorio serán el hilo conductor de la Unidad Didáctica.

- ***Actividad de exploración:***
  ¿Cómo podemos averiguar por qué hay cambios durante el año en nuestro planeta?

Antes de responder las preguntas iniciales, los niños y niñas escuchan la siguiente narración de María Teresa: «*Habrán visto que el Sol sale por el oriente (la Cordillera, en nuestro país) al amanecer, se va elevando en el cielo hasta un punto más alto al mediodía para ir bajando y ocultarse en el occidente (el mar para nosotros), al atardecer. A ese recorrido del Sol se le llama camino aparente, porque no es el Sol*

el que se mueve, sino la Tierra que gira sobre su eje. Es parecido a lo que vemos cuando estamos arriba de un carrusel, lo que vemos moverse es el parque o las casa que están afuera…». (Gangui, A., 2016).

A partir de las preguntas de María Teresa, los alumnos conversan entorno a cómo averiguar la causa de estos cambios. La meta de aprendizaje es observar, para describir el movimiento de traslación de la Tierra buscando información al respecto. Esta actividad invita a compartir modalidades de cómo averiguar, de manera guiada, lo que podría causar y explicar estos cambios. Todo esto para compartir y construir conjuntamente criterios que permitan aproximarse al complejo fenómeno de la traslación de la Tierra; complejo, porque coexisten dos perspectivas, la egocéntrica de los niños/as, que la explicarían en función de ellos y la otra la de los científicos. La actividad se canaliza y se enriquece a partir del uso de una variedad de recursos accesibles, tales como imágenes, modelo de la Tierra, videos, animaciones, entre otros, que pueden ayudar a construir una explicación "más científica".

Se les pide a los estudiantes que le ayuden a contestar estas preguntas y se les invita a visitar imaginariamente su observatorio; allí verán instrumentos como telescopios, computadores y antenas, entre otros. Hacen un viaje al espacio y se imaginan que ven el planeta Tierra que está girando sobre sí misma. Se apoya la actividad con láminas, fotos, animaciones y se acogen las posibles soluciones al problema planteado inicialmente.

Al finalizar la actividad permite determinar el fenómeno de la traslación de la Tierra como causa de las estaciones del año.

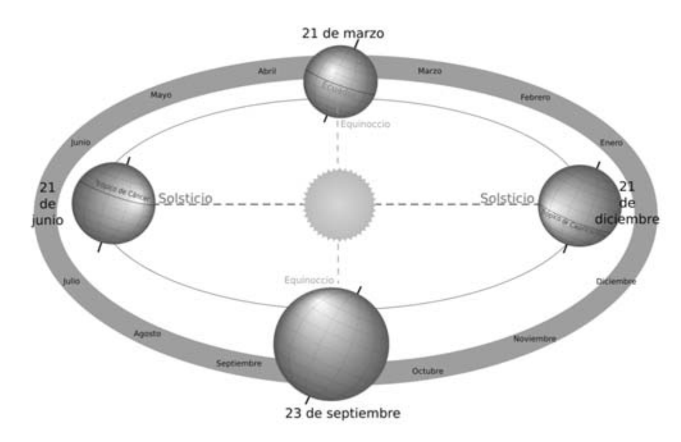


Figura 2. *Representación posible del movimiento de la Tierra alrededor del Sol*

- ***Actividad de introducción de contenidos:***

  ¿Cómo podríamos averiguar los cambios que vemos durante el año en que ustedes van a su colegio?

Ahora María Teresa ya sabe el camino para responder qué es la traslación; es por eso que les plantea la pregunta: *¿Cómo podríamos averiguar los cambios que vemos durante el año en que ustedes van a su colegio?*

Esta pregunta da lugar para invitar a trabajar; distribuye a los niños y niñas en grupos de 4 a 5 cada uno y se les reparte una Pauta de Trabajo, donde la meta de aprendizaje es observar para describir el movimiento de traslación de la Tierra buscando información:

"Gira, gira, ¡SIN PARAR!"

Nombre Alumno/a: ____
Nivel: Pre-kínder o 1er año Fecha: ____________
Nombre Profesor/a:

Como ya lo hemos compartido, la variación de las estaciones del año afecta a los seres vivos, ¿lo recuerdan? Por ejemplo, en primavera, las flores crecen y se abren, con muchos y diferentes colores; en otoño, éstas se amarillentan y marchitan.
Los científicos explican este fenómeno por medio del movimiento de traslación de la Tierra.

- ¿Qué es el movimiento de traslación de la Tierra?
- ¿Cómo describirían este movimiento?

Instrucciones:

- Reúnanse en grupos de 5 estudiantes.
- Escuchen a su educador/a lo que les leerá.
- Tienen 30 minutos para desarrollar esta Hoja de Trabajo.
- Entreguen esta Pauta a la profesora al finalizar la clase.

Actividades:

Observen el video "La tierra y sus movimientos" (https://www.youtube.com/watch?v=th79sDCAh0Q), video que la profesora mostrará en el curso.
Mientras observan, tomen atención en la explicación de qué es y cómo se describe el movimiento de traslación.
Finalizado el video, conversen en el grupo acerca de lo que aprendieron y respondan (de manera oral):
¿Qué es el movimiento de traslación?
¿Cómo es el movimiento de traslación?

Haz un dibujo del movimiento de traslación de la Tierra.
¿Cuál es la relación entre el movimiento de traslación y las estaciones del año?

¡Es tiempo de jugar!

Elijan a uno/a de sus compañeros/as. Uno tomará el papel de Sol y el otro el papel de la Tierra.
- ¿Cómo mostrarían el movimiento de traslación de la Tierra?
- Indiquen cuándo se genera cada estación del año en la realización.
- Ensayen con su compañero/a y esperen tu turno para mostrarlo frente al curso.

En esta actividad se presentan diversos contextos y recursos tales como video, Pauta de Trabajo, un juego de *rol playing*, junto con la mediación de la astrónoma María Teresa, para que los niños y niñas puedan tomar conciencia de que hay dos puntos de vista (la de ellos y la de la científica) y para comprender el fenómeno de la traslación; en esta instancia deberían relacionar que los cambios que ellos y ellas observan durante el año se deben a la forma en que se ubica el planeta Tierra, cuyo eje se encuentra levemente inclinado; por tanto los rayos de luz del Sol iluminan de manera diferente los diversos lugares del planeta, lo que da origen a las estaciones del año. Seguidamente se realiza una puesta en común con todo el grupo clase, que permite dar una explicación ahora “más científica” a María Teresa. Esta modalidad de trabajo permite enriquecer el trabajo en grupos reducidos, a partir de las aportaciones colectivas, abriendo el diálogo a nuevas preguntas que permitan responder cuáles son los efectos del movimiento de traslación en cada estación del año.

Nuevamente María Teresa, les plantea otras preguntas desafiantes.

Ahora sentados, observan una lámina y luego escuchan las nuevas preguntas: “¿Qué pasaría si en vez de que la Tierra girara alrededor del Sol, el Sol girara alrededor de la Tierra? ¿Se producirían las estaciones del año. La educadora escribe las respuestas en el pizarrón e invita a los/as alumnos/as a seguir pensando muchísimo antes de responder.

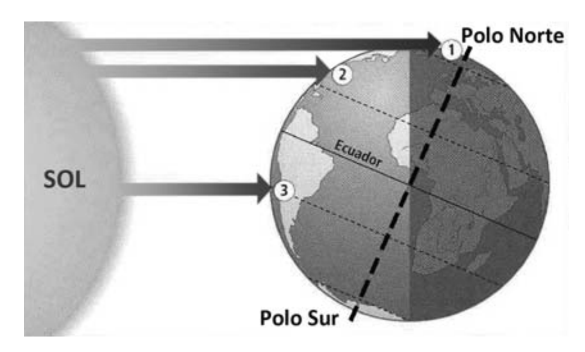


Figura 3. *La imagen muestra lo que ocurre en el verano chileno.*

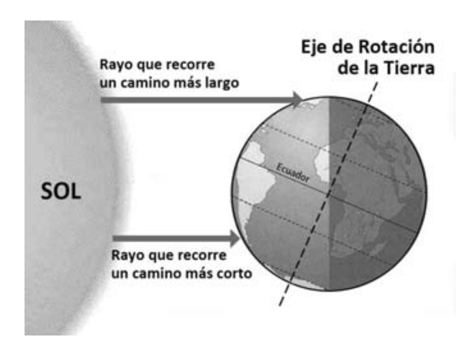


Figura 4. *La imagen muestra la distancia que recorren los rayos del sol.*

- ***Actividad de estructuración o síntesis de los contenidos:***
  ¿Cuál es la relación entre las estaciones del año y los efectos que se producen en los animales y plantas?

María Teresa les comparte que en el observatorio astronómico CURIOSÍN están deseosos por averiguar qué fue lo que aprendieron y les pide que elaboren una carta para entregarla a los habitantes del planeta que se llama *Respondón*.

Cada alumno/a podrá describir por medio de dibujos qué es el movimiento de traslación de la Tierra y cómo la llegada de los rayos de luz en cada lugar de la Tierra origina diferencias de luminosidad y calor, que se expresan en el clima y que afectan a todo lo que está en el planeta, en especial a animales, personas y plantas.

Para ello invita a los niños y niñas a exhibir sus dibujos para luego entregárselo a María Teresa, quien los dejará en el observatorio donde tomará contacto vía *Skipe* con el presidente del planeta RESPONDÓN para que analice los dibujos y evalué si las respuestas están correctas científicamente.

En esta fase de estructuración de los contenidos, se propone a los alumnos y alumnas una actividad que pone en acción los contenidos trabajados a lo largo de la Unidad Didáctica, conectándolos con la presentación del personaje María Teresa, la astrónoma, y con la pregunta “¿Cómo podemos averiguar por qué hay cambios durante el año en nuestro planeta?”

La actividad propuesta es escuchar el mensaje que envió el presidente del planeta RESPONDÓN. María Teresa les comenta que el presidente los felicita y los anima a seguir mejorando sus aprendizajes sobre el fenómeno de la traslación de la Tierra, como origen de las estaciones del año.

Por esto les solicita que, nuevamente de manera colectiva, completen un papelógrafo que dé cuenta de cómo llegan los rayos de luz del Sol en el hemisferio sur y que indiquen si están en verano, otoño, primavera e invierno.

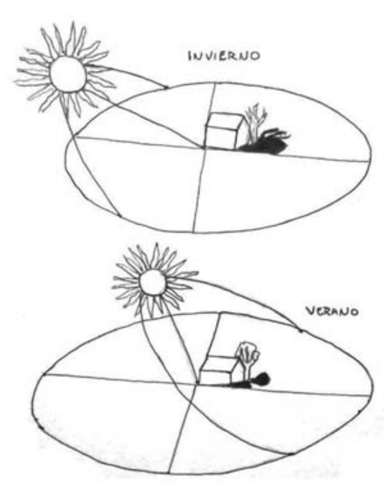


Figura 5. *La imagen muestra la posición del Sol en invierno y en verano*

Desde las respuestas consignadas en el papelógrafo se avanza, planteándoles una nueva interrogante: *¿De qué manera la forma como llegan los rayos de Sol podría afectar a los animales y a las plantas?*

En grupos de trabajo, y en sus cuadernos, una mitad del curso dibuja lo que pasa con algunos árboles en primavera, verano, otoño e invierno, la otra mitad dibuja lo que les ocurre a algunos animales, por ejemplo, los osos, los viajes de las aves, el nacimiento de muchos animales en la primavera. En esta actividad no hay una puesta en común como en las anteriores, más bien el docente pasará por los grupos y los alumnos/as le explicarán lo dibujado.

A continuación María Teresa les anima a preparar una dramatización, donde con gestos den a conocer lo que por causa de los diferentes rayos de Sol y la inclinación de la Tierra, algunos animales o algunos árboles se comportan del modo que ellos describieron.

Para complementar el/la educador/a expone al curso video: *"Doki Descubre Estaciones del Año"* (https://youtu.be/RoXEieTejDg), para complementar la dramatización solicitada por María Teresa y optimizar sus dibujos con la información que entrega *Doki* en el video.

Ahora corresponde a los niños responder, ayudados por la siguiente imagen, por ejemplo: *¿Por qué hay veranos e inviernos?*

De lo realizado hasta el momento, podemos concluir que el trabajo en grupos permite potenciar la dimensión social del aprendizaje entre los alumnos/as y a la vez retroalimentar el itinerario del aprendizaje por parte del docente, pues la actividad favorece que el profesor/a pueda "tomarles un escáner" a los contenidos y habilidades de pensamiento que cada alumno/a y/o grupo pone en juego al realizar la dramatización. En consecuencia, se podrá establecer nuevas opciones didácticas y conceptuales para reconstruir la ruta didáctica diseñada.

- ***Actividad de aplicación:***

  ¿***Qué debemos hacer cuando cambia de una estación a otra para cuidarnos? ¿Sólo el planeta Tierra tiene estaciones del año?***

Ahora que María Teresa, la astrónoma ya sabe cómo los niños y niñas de la clase han ido aprendiendo acerca de lo que causa las estaciones del año y algunos efectos en animales y plantas, les propone que juntos tomen una naranja (puede ser una fruta similar que será el planeta Tierra representada) y la partan por la mitad (corte coronal); ¡cuidado!, la parte de abajo de la naranja será el hemisferio Sur y la parte de arriba será el hemisferio Norte. Luego acercan una lámpara, que será el Sol, de tal forma que se observe lo mostrado en la siguiente imagen (Figura 6).

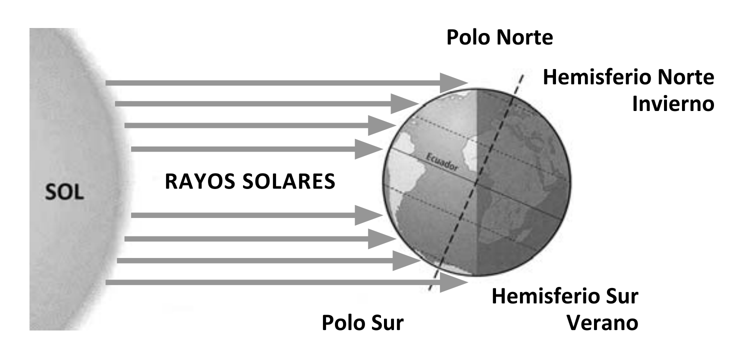


Figura 6. *La imagen muestra los rayos solares sobre la Tierra*

Les pide que se detengan y traten de descubrir cómo se ven las flechas que representan los rayos del sol y que dan luz y calor y cómo se encuentra la Tierra.

A continuación, la astrónoma María Teresa les dice: "*Cierren los ojos y escuchen... es la hora del recreo, acaban de salir de la sala de clases y los compañeros corren, y de repente… un fuerte ruido se escucha en el centro del patio, aterrizó un dron y cae un mensaje".* María Teresa lo saca de su delantal y se los lee*: "Queridos niños y niñas, en mi planeta RESPONDÓN no tenemos estaciones del año, mi planeta es muy raro y enviaré a unos habitantes de mi planeta a vuestro planeta Tierra para que aprendan y vivan las estaciones del año. Además, mis representantes deberán tener presente que a medida que cambian las estaciones tendrán que considerar medidas para el cuidado de su salud. Muchas gracias, con afecto les saluda el Presidente".*

Esta propuesta facilita la conexión entre el trabajo propuesto y el escenario didáctico creado en el aula. Los/as alumnos/as, a partir de diversas orientaciones por parte del/la docente, investigan acerca del movimiento de traslación que da origen a las estaciones del año, lo que les permitirá responder la pregunta al Presidente del planeta RESPONDÓN, favoreciendo que el/la alumno/a represente y comunique su proceso de aprendizaje. La actividad también favorece la estimulación el lenguaje en la clase de Ciencias, factor mediador de los conocimientos y las habilidades de pensamiento científico.

Valoración de la experiencia

Se ha tratado de abordar esta propuesta de Unidad Didáctica desde cuatro esferas (Calafell, Junyent & Bonil, 2013):

1. **La esfera conceptual**, donde se ha propiciado estimular la reflexión, por medio de preguntas mediadoras sobre la visión del mundo que tienen los niños y de algunos fenómenos tan complejos, como lo es la traslación de la Tierra alrededor del Sol, y ayudarlos a reinterpretar sus visiones cotidianas del fenómeno en sí.

2. **La esfera creativa**, que se materializa en la relevancia de la dimensión emocional y de belleza en la conexión de los niños/as con el mundo. Orienta el diseño del espacio de trabajo de aula, de forma que se convierte en un escenario donde todos los componentes generan impacto en los participantes y comunican las formas de apreciación y valoración del personaje central, la astrónoma María Teresa, y del Presidente del planeta RESPONDÓN.

3. **La esfera didáctica**, que permite incidir en la reflexión sobre las decisiones metodológicas que se han considerado pertinentes para el desarrollo de las actividades de aprendizaje. En ella aparecen elementos como las propuestas de actividades, los ritmos de trabajo, las actividades individuales, las dinámicas de grupo, el juego, las dramatizaciones, la forma de realizar las transposiciones didácticas, el ciclo de aprendizaje, las ideas alternativas de los niños y niñas, y la imbricación entre los conceptos incluidos en la temática abordada, las habilidades de pensamiento científico y el valor que se pretende estimular, es decir cómo se entiende la ciencia escolar.

4. **La esfera de investigación**, que abre la puerta a una visión de los escenarios educativos como oportunidades para estimular la investigación y favorecer que los docentes aborden el contraste de puntos de vista, el análisis sistemático de las propuestas de actividades y su logro o no, y la práctica reflexiva. La categoría o el análisis del discurso son ejemplificaciones utilizadas en esta esfera. En definitiva, se propone una unidad didáctica que fomente la reflexión sobre la necesaria relación entre las grandes finalidades de la enseñanza y el aprendizaje y la acción en contextos educativos, donde las personas son protagonistas de la acción educativa y de la intervención social.

Referencias bibliográficas

Arca, M., Guidoni, P. & Mazzoli, P. (1990). Enseñar ciencia: cómo empezar: reflexiones para una educación científica de base. Barcelona: Paidós.

Bosse, S., Jacobs, G. & Anderson, T. (2009). Science in the Air. *Young Children, 64* (6), 10-15. Recuperado de http://search.proquest.com/docview/197622884/

Calafell, G., Junyent, M., Bonil, J. (2013). Ideas de alto nivel: ideas para repensar y avanzar en la ambientalización curricular. *Enseñanza de las Ciencias, extra, 557-563. En:* http://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/viewFile/296746/385695

Camilli, G., Vargas, S., Ryan, S. & Barnett, S. (2010). Meta-Analysis of the Effects of Early Education Interventions on Cognitive and Social Development. *Teachers College Record, 112* (3), 579-620. En: http://www.gregorycamilli.info/papers/early%20 education%20interventions.pdf

Colino, G. (2014) la ciencia en la escuela. Su fragilidad y cómo fortalecerla. Colección en Aulas. Argentina. Lugar Editorial.

Cromer, A. (1993). Uncommon Sense: The Heretical Nature of Science. Oxford: Oxford University Press.

Deanna, K. (2012). The development of causal reasoning. *Wiley interdisciplinary reviews. Cognitive science. 3 (*3). En: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26301465

Eshach, H., & Fried M. N. (2005). Should science be taught in early childhood? *Journal of Science Education and Technology, 14*(3), 315-336. En: http://dx.doi.org/10.1007/s10956-005-7198-9

French, L. (2004). Science as the center of a coherent, integrated early childhood curriculum. *Early Childhood Research Quarterly, 19*(1), 138-149. En: http://dx.doi.org/10.1016/j.ecresq.2004.01.004

Furman, M. (2016). Educar mentes curiosas: la formación del pensamiento científico y tecnológico en la infancia. XI Foro Latinoamericano de Educación

Gangui, A. (2016) ¿Por qué hay cuatro estaciones? Una Revista de Ciencias. Ciencia hoy de los chicos, año 2 N°4, nov-dic. Argentina Buenos Aires, Argentina: Fundación Santillana.

Hadzigeorgiou, Y. (2002). A study of the development of the concept of mechanical stability in preschool children. *Research in Science Education, 32*(3), 373-391. En: http://dx.doi.org/10.1023/A:1020801426075

Hall, M. (2010). Community engagement in South African higher education. *Council on Higher Education* (6). En: http://ahero.uwc.ac.za/index.php?module=cshe&action=viewtitle&id=cshe_834

Insaurralde, M. & otros (2014) Ciencias Naturales. Líneas de acción didáctica y perspectivas epistemológicas, Argentina. Noveduc

Jorba, J. & Sanmartí, N. (1996). Enseñar, aprender y evaluar: un proceso de regulación continua. Madrid: MEC.

Karplus. R. (1981). Educational Aspects of the Structure of Physics. *American Journal of Physics*, *49*(3), 238-241. En: http://dx.doi.org/10.1119/1.12524

Kovacs, M. & Goldston, D. (1991). Cognitive and social cognitive development of depressed children and adolescents. J Am Acad. Child Adolesc. Psychiatry, 30 (3), 388-92. En: http://dx.doi.org/10.1097/00004583-199105000-00006

Márquez, C. & Roca, M. (2006) Plantear preguntas: un punto de partida para aprender ciencias. *Educación y Pedagogía, 18* (45), 63-71. En: http://gent.uab.cat/conxitamarquez/sites/gent.uab.cat.conxitamarquez/files/plantear%20preguntas%20un%20punto%20de%20partida%20par%20aprender%20ciencias.pdf

Márquez, C., Roca, M., Gómez, A., Sardà, A. & Pujol, R.M. (2004). La construcción de modelos explicativos complejos mediante preguntas mediadoras. *Investigación en la escuela, 53*, 71-81. En: http://gent.uab.cat/conxitamarquez/sites/gent.uab.cat.conxitamarquez/files/la%20construccion%20de%20modelos%20explicativos%20complejos%20mediante%20preguntas%20mediadoras.pdf

Melhuish, E. (2011). Education. Preschool matters. *Science, 333* (6040), 299-300. En: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21764739

MINEDUC (2012) Bases Curriculares de la Educación para el Educación Básica Santiago: Ministerio de Educación. Gobierno de Chile.

MINEDUC. (2008). Programas Pedagógicos Primer y Segundo nivel de Transición. Santiago: Ministerio de Educación. Gobierno de Chile.

Osborne, R. & Freyberg, P. (1998). El aprendizaje de las ciencias: implicaciones de las “ideas previas” de los alumnos. (3a. ed.). Madrid: Narcea.

Quintanilla, M., Orellana, M. & Daza, S. (2011). La ciencia en las primeras edades como promotora de competencias de pensamiento científico. En Daza, S. & Quintanilla, M., *La Enseñanza De Las Ciencias Naturales En Las Primeras Edades* (pp. 59-82). Barrancabermeja, Colombia: Litodigital.

Sanmartí, N. (2005). La unidad didáctica en el paradigma constructivista. *Unidades didácticas en ciencias y matemáticas,* (pp. 13-55). Bogotá: Editorial Magisterio.

Sylva, K., Melhuish, E., Sammons, P., Siraj-Blatchford, I. & Taggart, B. (2010). *Early Childhood Matters: Evidence from the Effective Preschool and Primary Education Project*. London: Routledge

Tassin, M., Benavides, F., Cerda, L., Leiva, P., Orellana, M. & Suzuki, M. (2009). Pedagogía cultural: abrir puerta en educación inicial: propuesta metodológica para Educación Parvularia NT1-NT2 y Educación General Básica NB1. Curicó, Chile: Mataquito.

Watters, J. J., Diezmann, C. M., Grieshaber, S. J. & Davis, J. M. (2000). Enhancing science education for young children: A contemporary initiative. *Australian Journal of Early Childhood*, 26(2), 1-7. En: https://eprints.qut.edu.au/1759/

Worth, K. (2010). Science in early childhood classrooms: Content and process. *Early Childhood Research and Practice, Collected Papers from the SEED (STEM in Early Education and Development) Conference, 10.* En: http://www.predskolci.rs/HTML/Literatura/Science%20in%20Early%20Childhood%20Classrooms.pdf

Autores y autoras



CRISTIÁN AGUILAR. Profesor de Educación General Básica, Magíster en Educación de las Ciencias y Dr. en Didáctica de las Ciencias Experimentales por la Universidad Complutense de Madrid. Posee más de 10 años de experiencia educativa en el sistema público escolar chileno. Ha trabajado formando profesores, inicialmente en la Escuela de Educación de la Universidad Católica del Norte (Antofagasta, Chile) y en la actualidad en la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad Católica del Maule, Chile. Su trabajo investigativo lo ha focalizado hacia temáticas de formación inicial docente (FID), didáctica de las ciencias experimentales y educación ambiental. E-mail: *aguico45@gmail.com*



MARÍA VERÓNICA ASTROZA. Profesora de Ciencias Naturales y Biología, Magíster en Educación, mención en Diseño Instruccional por la Pontificia Universidad Católica de Chile. Especialista en Educación Tecnológica. PUC – Alecop – Mondragón, País Vasco. Colaboradora e investigadora del Laboratorio de Investigación en Didáctica de las Ciencias (G.R.E.C.I.A) y la Sociedad Chilena de Didáctica, Historia y Filosofía de la Ciencia (Bellaterra). Actualmente participa en los proyectos FONDECYT 1150505, REDES 150107 y AKA-EDU/ 03. E-mail: *mastroza@uc.cl*



NORA BAHAMONDE. Profesora y Licenciada en Ciencias Biológicas por la Universidad Nacional del Comahue, Argentina, y Dra. en Didáctica de las Ciencias Experimentales por la Universidad Autónoma de Barcelona, España. Actualmente es Profesora Regular Adjunta de la cátedra de DCN de la Universidad Nacional de Rio Negro e Investigadora del Centro de Investigaciones Educativas de la misma universidad. Sus temas de interés están vinculados a la formación inicial y desarrollo profesional docente y su relación con los procesos de planificación de la *actividad científica escolar*, a partir del diseño, implementación y evaluación de Unidades Didácticas de ciencia en contexto. E-mail: *nbahamonde@hotmail.com*



ROCÍO BALDERAS. Estudió la Licenciatura de Matemáticas en la Universidad Autónoma de Nuevo León (México) y realizó la maestría en Investigaciones Educativas en el Departamento de Investigaciones Educativas (Sede Sur) y la Unidad Monterrey, ambas del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (Cinvestav). Es autora de libros de texto de Matemáticas para segundo y tercero de secundaria. Actualmente es auxiliar de investigación en el Cinvestav Unidad Monterrey. Sus intereses de investigación se centran en la didáctica de las matemáticas y las ciencias en Educación Básica, y la relación entre éstas. E-mail: *rbalderas@cinvestav.mx*



VALERIA BRAVO. Estudiante de 4° año de Pedagogía General Básica de la Pontificia Universidad Católica de Chile. Ayudante de la cátedra Didáctica de las Ciencias Naturales I. E-mail: *vibravo@uc.cl*



SABRINA CANEDO. Estudió licenciatura en Biología en la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, México, y realizó el doctorado en Didáctica de las Ciencias Experimentales en la Universidad de Barcelona, España. Ha tenido experiencia docente en los niveles de preescolar, educación básica, educación media superior y educación superior; también ha fungido como directora de instituciones educativas. En la ciudad de Barcelona diseño e implementó el taller de ciencias para preescolar y el primer ciclo de educación primaria, del cual deriva su trabajo de tesis doctoral. En estos momentos realiza estancia postdoctoral en el Centro de Investigación y Estudios Avanzados (Cinvestav), Unidad Monterrey. Sus líneas de investigación enfatizan en evolución conceptual y modelización en enseñanza de las ciencias, análisis de la práctica docente, análisis del currículum de ciencias de preescolar y educación básica, y desarrollo profesional para la enseñanza de las ciencias. E-mail: *sabrina.canedo@cinvestav.mx*



DAVID CISTERNAS. Profesor de Estado en Biología y Ciencias Naturales de la Universidad de La Serena y Magíster en Educación de las Ciencias Mención Biología por la Universidad de Talca. Actualmente se desempeña como Académico del Departamento de Formación Inicial Escolar en la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad Católica del Maule. E-mail: *dacisternas@ucm.cl*



CATALINA CONTRERAS. Profesora de Educación General Básica con mención en Ciencias Naturales por la Pontificia Universidad Católica de Chile. Candidata a Magíster en Educación en Ciencias Experimentales y Tecnología por la Universidad Nacional Córdoba- Argentina. Profesora ayudante de los cursos de Didáctica de las Ciencias Naturales I y II. Tesista del Proyecto AKA-EDU /03. E-mail: *cacontreras@uc.cl*



LUIGI CUÉLLAR. Profesor de Química –Universidad Distrital– y Magíster en Enseñanza de la Química –Universidad Pedagógica Nacional–, en Colombia, y Doctor en Ciencias de la Educación de la Pontificia Universidad Católica de Chile. Actualmente es académico e investigador de la Universidad Católica de la Santísima Concepción, Chile y Director del Proyecto FONDECYT de Iniciación 11150509 "La formación del profesorado de ciencias en ejercicio, orientada en el desarrollo profesional docente y las comunidades de aprendizaje, y su aporte a la calidad de las competencias científicas escolares" (2015-2018). Hace parte del Laboratorio GRECIA y del grupo de investigación GREECE (U. Distrital-Colombia), y de la Red Latinoamericana de Investigadores/as en Didáctica de las Ciencias (REDLAD). E-mail: *lcuellar@ucsc.cl*



RICARDO DE LA FUENTE. Profesor de Ciencias Naturales y Biología; Magíster en gestión de Centros Educativos, Universidad Alberto Hurtado (UAH). Magíster en Educación, mención Evaluación, Pontificia Universidad Católica de Chile, Facultad de Educación. Diplomado en currículum y evaluación, Universidad Complutense de Madrid – FIDE. Santiago, Chile. Colaborador e investigador del Laboratorio de Investigación en didáctica de las Ciencias (G.R.E.C.I.A) y la Sociedad Chilena de Didáctica, Historia y Filosofía de la Ciencia (Bellaterra). Actualmente participa en el proyecto FONDECYT 1150505. E-mail: *odela@uc.cl*



LORENA GARRIDO. Educadora de Párvulos, Licenciada en Educación y Magíster en Educación mención Currículo; cuenta además con Diplomado en Docencia Universitaria, entre otros. En la actualidad se desempeña como Académica del Departamento de Formación Inicial Docente, perteneciente a la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad Católica del Maule. E-mail: *lgarridog@ucm.cl*



ENRICA GIORDANO. Profesora Asociada, actualmente retirada, de Didáctica de la Física para futuros maestros de la escuela primaria en la Universidad de Milano-Bicocca, Italia. Sus intereses de investigación son las progresiones de aprendizaje en Física y Astronomía desde el jardín de infantes hasta la escuela secundaria y la formación de adultos en contextos formales e informales de comunicación científica. E-mail: *enrica.giordano@unimib.it*



ALMA GÓMEZ. Profesora Investigadora del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, CINVESTAV - Unidad Monterrey, México. Es maestra de Jardín de Niños por la Escuela Nacional de Maestras de Jardines de Niños, Máster en Didáctica de las Ciencias Experimentales y Doctora en Didáctica de las Ciencias Experimentales y las Matemáticas por la Universidad Autónoma de Barcelona. Posee experiencia en investigación cualitativa sobre enseñanza–aprendizaje de la biología, interculturalidad y ciudadanía y ha realizado trabajos basados en modelización, específicamente uso de representaciones y analogías, diseño y análisis de actividades de innovación. Sus principales líneas de investigación son: Enseñanza de la Biología, Interculturalidad y Ciudadanía; Modelización y Desarrollo y análisis de actividades de innovación para temas complejos. Actualmente participa en los proyectos REDES 150107 y AKA-EDU/ 03. E-mail: *adriannagomez@yahoo.com*



JUAN PABLO LOBOS. Es docente de Educación General Básica. Ha desarrollado su formación académica en la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. Desde el comienzo de su labor docente, desarrolló en paralelo el trabajo de aula y la capacitación de profesores, lo que ha ido forjando y consolidando su perfil, tanto en la formación de pregrado como en el perfeccionamiento docente en áreas como TIC, didáctica de las ciencias y evaluación de los aprendizajes por mencionar algunas áreas de su interés. Magíster en Didáctica de las Ciencias Experimentales y actualmente es tesista en el magíster en Educación, mención Evaluación. E-mail: *lobosjp@gmail.com*



FELIPE MARÍN. Académico de la UC del Maule, Facultad de Ciencias de la Educación. Profesor de Educación General Básica, Magíster en Educación de las Ciencias, mención Química. Especialista en Formación Inicial y Continua del Profesorado, con amplia experiencia en diseño y dirección de proyectos de valoración del Programa EXPLORA de CONICYT. Es miembro del Laboratorio GRECIA, UC y de la Sociedad Chilena de Didáctica, Historia y Filosofía de las Ciencias (BellaTerra), además de la Red Latinoamericana en Investigación en Didáctica de las Ciencias Experimentales. Cursa sus estudios de doctorado en la Universidad Nacional de Córdoba, Argentina, siendo becario del proyecto AKA EDU/03 dirigido por el Dr. Mario Quintanilla Gatica. Actualmente, es Coordinador General del grupo de Reflexión y Acción en Didáctica de las Ciencias Experimentales *RADICE* de la Universidad Católica del Maule (UCM). E-mail: *fmarin@ucm.cl*



CONXITA MÁRQUEZ. Doctora en Pedagogía, especialidad en Didáctica de la Ciencias; Magíster en Didáctica de las Matemáticas y de las Ciencias Experimentales; Licenciada en Geología y Diplomada en profesorado de EGB. Actualmente, es profesora agregada y directora del Departament de Didàctica de la Matemàtica i de les Ciències Experimentals de la Universitat Autònoma de Barcelona. Sus intereses de investigación están relacionados con el lenguaje en relación al aprendizaje de las ciencias en contexto y en el diseño de proyectos y unidades didácticas modelizadoras. Maestra de educación infantil y primaria en la escuela pública en Cataluña. Creadora del Niu de Ciencia, espacio para niños y niñas de hasta 6 años del Museu de Ciències Naturals de Barcelona y del Lab 0-6, centro de descubrimiento, investigación y documentación para la educación científica en las primeras edades. Actualmente dirige el Grado en Maestro de Educación Infantil en la Facultat de Ciències Socials de Manresa (UVic-Universitat Central de Catalunya) y forma parte del grupo de investigación GEA, centrado en experimentación y aprendizaje en las primeras edades. E-mail: *conxita.marquez@uab.cat*



JOYCE MATURANA. Licenciada en Educación, Profesora de Biología y Ciencias Naturales, y Magíster en Didáctica de las Ciencias Experimentales por la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. Se ha desempeñado como profesora de ciencias naturales en el colegio José Miguel Infante de Quilpué, donde ha ganado diversos proyectos de educación científica, y como docente del curso Iniciación a la Didáctica de las Ciencias para la carrera de Ed. Parvularia, y ha dirigido trabajos de titulación para las carreras de Ed. Parvularia y Ed. General Básica en la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. Así también, se ha desempeñado en el área de investigación y estudios de la Fundación Ciencia Joven. Actualmente coordina, monitorea y supervisa el proceso de formación en prácticas profesionales de los profesores de biología en formación en la PUCV. Email: *joyce.maturana@pucv.cl*



CRISTIAN MERINO. Licenciado en Educación y Profesor de Química y Ciencias Naturales por la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso y Doctor en Didáctica de las Ciencias Experimentales por la Universidad Autónoma de Barcelona. Es profesor e investigador en Enseñanza de la Química, en diferentes niveles educativos en el Instituto de Química de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso (Chile). Sus intereses de investigación se centran en la caracterización de la actividad química escolar para el desarrollo y análisis de actividades de innovación que favorezcan la construcción de explicaciones científicas escolares, con énfasis en el tránsito entre el fenómeno y la teoría bajo un enfoque modelizador para la formación de profesores de ciencias, como además en el trabajo experimental y la enseñanza de la química a través de mediaciones tecnológicas. Actualmente participa en el proyecto FONDECYT 1150505. E-mail: *cristian.merino@ucv.cl*



MONTSERRAT PEDREIRA. Doctora en Educación, máster en Didáctica de las Ciencias, Licenciada en Psicología y diplomada en Educación Infantil. Maestra de educación infantil y primaria en la escuela pública en Cataluña, profesora en la diplomatura de educación infantil en la Universidad Autónoma de Barcelona y en la FPCEE Blanquerna (Universidad Ramon LLull) y formadora de maestros y maestras en el área de didáctica de la ciencia para distintos Institutos de Ciencias de la Educación y Centros de Recursos Pedagógicos. Creadora del Niu de ciencia, espacio para niños y niñas de hasta 6 años del Museu de Ciències Naturals de Barcelona y del Lab 0-6, centro de descubrimiento, investigación y documentación para la educación científica en las primeras edades. Actualmente dirige el Grado en Maestro de Educación Infantil en la Facultat de Ciències Socials de Manresa (UVic-Universitat Central de Catalunya) y forma parte del grupo de investigación GEA. E-mail: *mpedreira@umanresa.cat*



MARIO QUINTANILLA GATICA. Dr. en Didáctica de las Ciencias experimentales de la Universidad Autónoma de Barcelona (1997). Académico e investigador de la Pontificia Universidad Católica de Chile desde 1998. Fundador y actual director del Laboratorio (GRECIA) y de la Sociedad Chilena de Didáctica, Historia y Filosofía de las Ciencias (Bellaterra) de la cual es su presidente. Director de proyectos de investigación nacional y de cooperación internacional e integrante de la Red Internacional de Investigación en Didáctica de las Ciencias Experimentales de las cuales es uno de sus fundadores. Autor de numerosas publicaciones y libros relacionados con sus investigaciones en el ámbito de la epistemología, historia de la ciencia y discurso científico del profesorado de ciencia. Profesor visitante en diferentes universidades de América y Europa. Ha sido directivo de la Facultad de Educación de la PUC en diferentes cargos y responsabilidades institucionales hasta el 2013. Actualmente es director de los proyectos FONDECYT 1150505, REDES 150107 y AKA-EDU/ 03. E-mail: *mariorqg@gmail.com*



YEI JAZMÍN RENTERÍA Licenciada en Biología por la Universidad de Guadalajara, México. Realizó estudios de maestría en el Programa Multidisciplinario de Posgrado en Ciencias Ambientales de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, México. Es auxiliar de investigación en el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (Cinvestav), colaborando principalmente en la Maestría en Educación en Biología para la Formación Ciudadana. Sus intereses de investigación son: didáctica de la biología en educación básica, desarrollo de habilidades de pensamiento científico en el aula de ciencias naturales, educación ambiental y salud. E-mail: *yrenteria@cinvestav.mx*



CLAUDIA RODRÍGUEZ. Profesora Asistente del Departamento de Didáctica de la Universidad Católica de la Santísima Concepción, Chile. Educadora de Párvulos por la Universidad de Concepción y Magíster en Educación de la misma Universidad. Actualmente es Directora del Proyecto Regular de Investigación DIN 14/2017 de la Universidad Católica de la Santísima Concepción. Ha participado como co-investigadora en los Proyectos FONDECYT 1090536 y 1130408 y es colaboradora en el Proyecto FONDECYT 1150505. Es docente del curso de pre-grado "Ciencias Naturales y su Didáctica" y además Coordinadora de la Unidad de Comunidades de Aprendizaje del Programa Indagación Científica para la Educación en Ciencias ICEC, para la Región del Bío Bío. E-mail: *claudiarodriguez@ucsc.cl*



MARCO TESTA. Licenciado en Física en la Universidad de Milán. Actualmente es profesor de Física y Enseñanza de la Física en la carrera de Educación primaria de la Universidad de Milán - Bicocca. En este contexto, también lleva a cabo talleres educativos sobre la física de la vida cotidiana, astronomía y luz. Diseña y realiza talleres y exposiciones científicas, se ocupa del entrenamiento de los operadores en el contexto de los museos de ciencias, eventos públicos, escuelas e instituciones educativas. Durante muchos años formó parte del personal del Museo Nacional de Ciencia y Tecnología "Leonardo da Vinci" en Milán. Además presenta un espectáculo cómico-científico llamado "Tubology, la ciencia del tubo...", en diferentes contextos. Email: *martesta@gmail.com*



ROSA TUAY. Licenciada en Física de la Universidad Pedagógica Nacional y tiene una especialización en Educación y Asesoría Familiar por la Universidad de la Sabana, Colombia. Además es Magíster en Docencia de la Física de la Universidad Pedagógica Nacional, Doctora en Lógica, Historia y Filosofía de las Ciencias por la Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED), España. Actualmente es Docente Universitaria de la Universidad Pedagógica Nacional de Colombia, trabajando en formación docente en programas de Pre-grado, Maestría y Doctorado. Además, realiza acompañamiento y gestión de proyectos en formación de docentes en Educación Media en el área de Educación en Ciencias. Lidera el Grupo de Investigación Educación en Ciencias, Ambiente y Diversidad "EduCADiverso". Tiene intereses investigativos en formación de docentes, relaciones CTSA, pensamiento complejo y educación en ciencias. E-mail: *rtuay@pedagogica.edu.co*



EDUARDO VALDIVIA. Profesor de Educación Básica y Licenciado en Educación de la Universidad de Tarapacá; Candidato a Magíster en Ciencias de la Educación mención Didáctica e Innovación Pedagógica de la Universidad Católica de la Santísima Concepción, Chile. Responsable del Programa de Fortalecimiento de la Identidad Regional y Profesional Experto en Patrimonio Local del Convenio de Desempeño Regional UTA1401. Sus intereses académicos se centran en la investigación sobre la enseñanza de las Ciencias Naturales y las Ciencias Sociales en las primeras edades, así como en el análisis de concepciones del profesorado en el marco de la formación inicial y el desarrollo profesional. E-mail: evaldivia@*magisteredu.ucsc.cl*



DAVID VALENZUELA. Es candidato a PhD en Didáctica la Matemática en la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso y estudia la relación entre la Física y Matemática. Cursó un Master en Educación con mención en currículum en la Pontificia Universidad Católica de Chile y su tema de tesis fue sobre ideologías curriculares y formación en ciencias en la Educación de Párvulos. Profesor de Física en ejercicio hace 10 años, realizando clases a nivel escolar y pre-grado. E-mail: *david.valenzuela.z@gmail.com*